

quelques aspects phytosanitaires liés à la culture cotonnière au Mali acquis en recherche et en développement

The background image for the text block shows a large pile of white cotton gins (seed cotton) in the foreground. In the background, several people are visible, some standing and some working, near a bicycle. The scene is set outdoors under a clear sky.

RENOU Alain
TOGOLA Mamoutou
TERETA Idrissa
BAGAYOKO Boubou

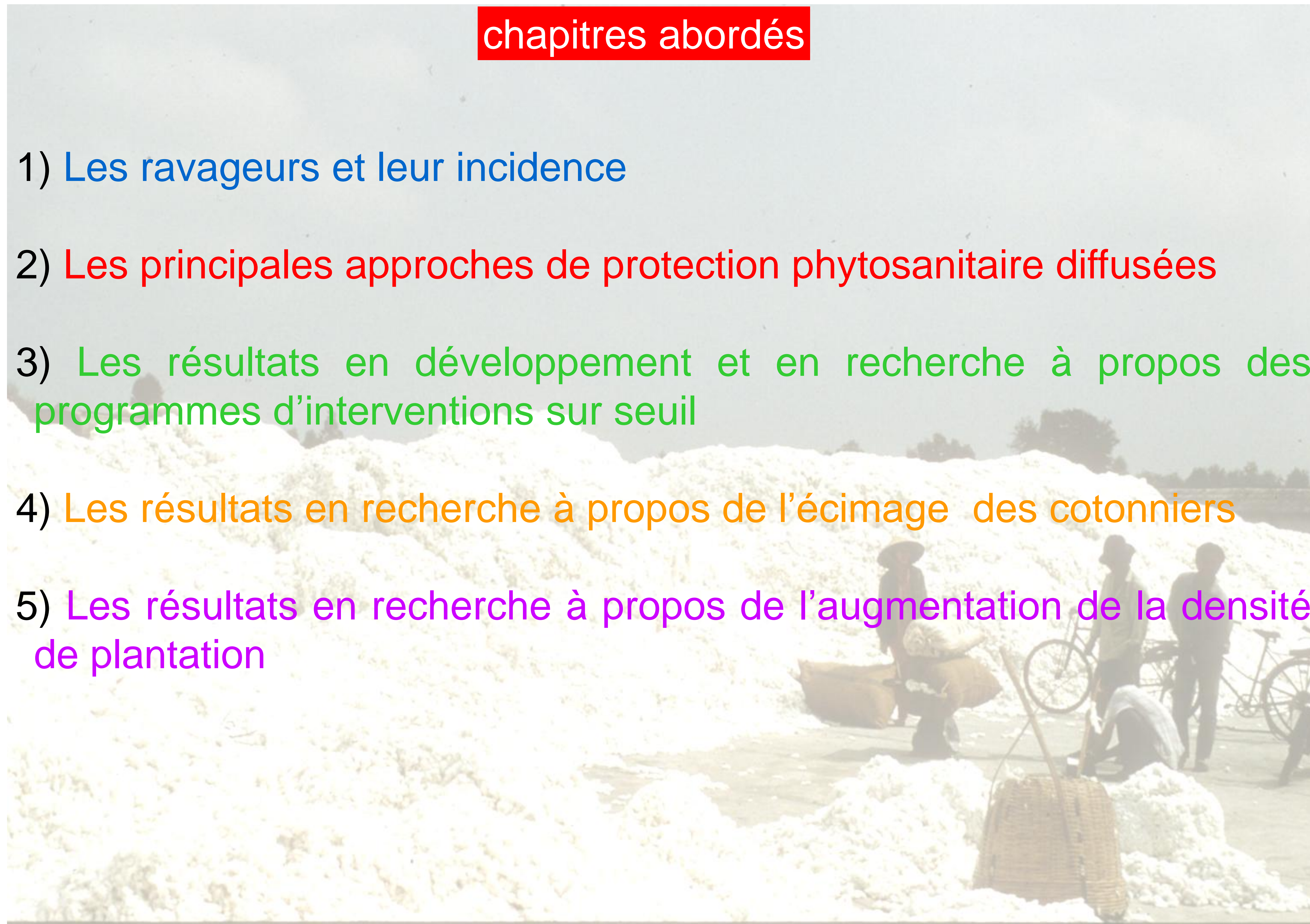


quelques aspects phytosanitaires liés à la culture cotonnière au Mali acquis en recherche et en développement



chapitres abordés

- 1) Les ravageurs et leur incidence
- 2) Les principales approches de protection phytosanitaire diffusées
- 3) Les résultats en développement et en recherche à propos des programmes d'interventions sur seuil
- 4) Les résultats en recherche à propos de l'écimage des cotonniers
- 5) Les résultats en recherche à propos de l'augmentation de la densité de plantation





les ravageurs de la culture cotonnière au Mali et leur incidence sur la production de coton graine



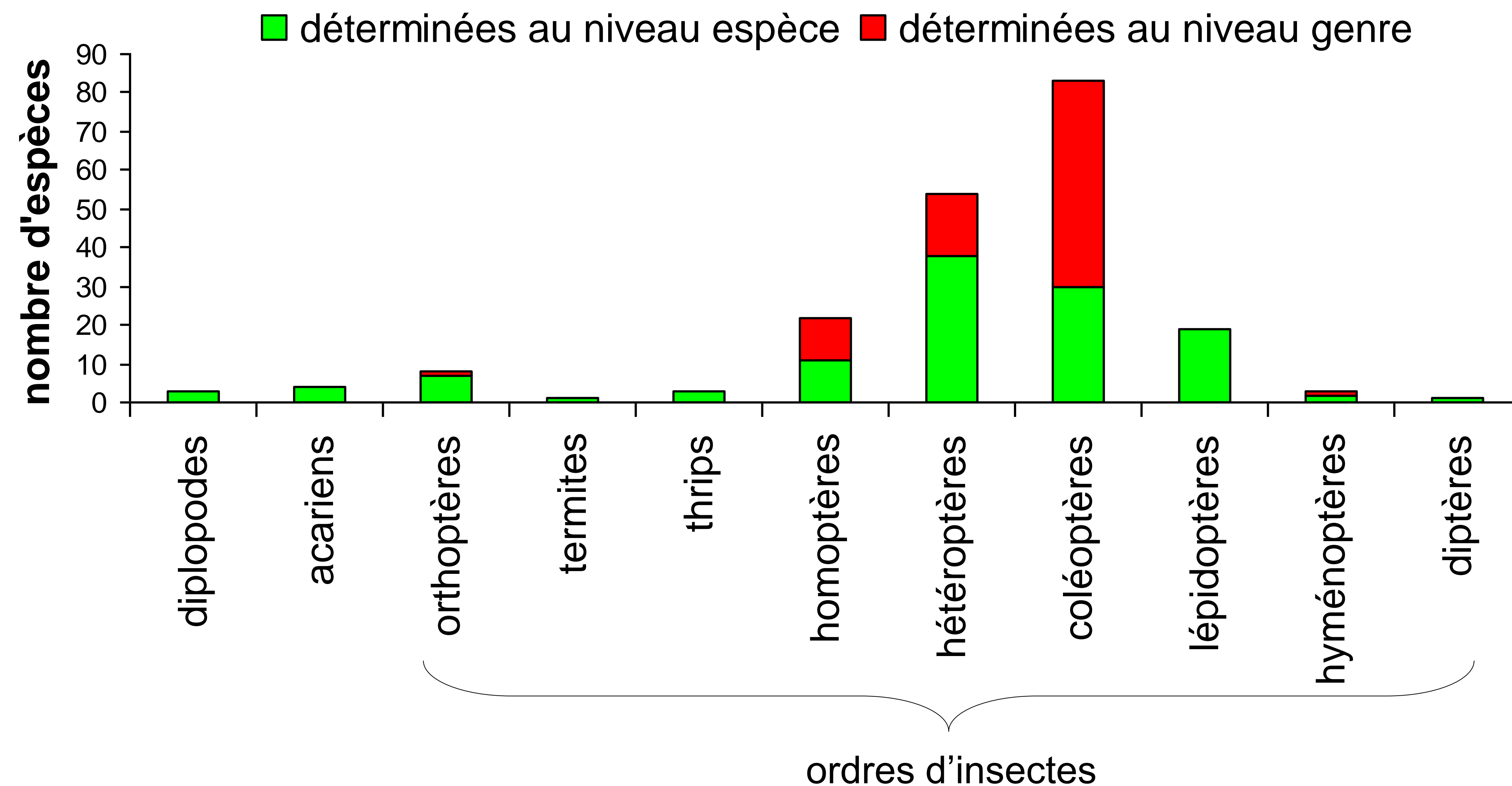


les ravageurs de la culture cotonnière au Mali une grande diversité d'espèces



source Bruno Michel
CIRAD

201 espèces déprédatrices ont été recensées
60 % ont été identifiées au niveau espèce
40 % ont été identifiées au niveau genre
96 % sont des insectes

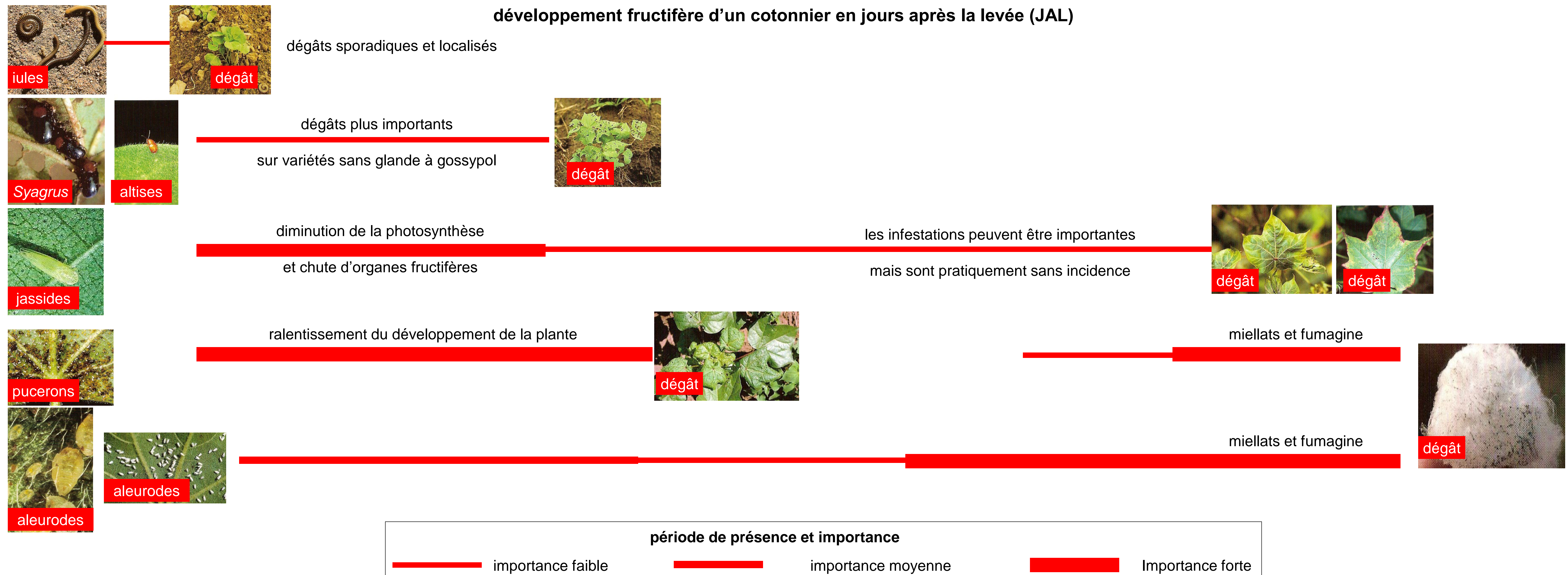
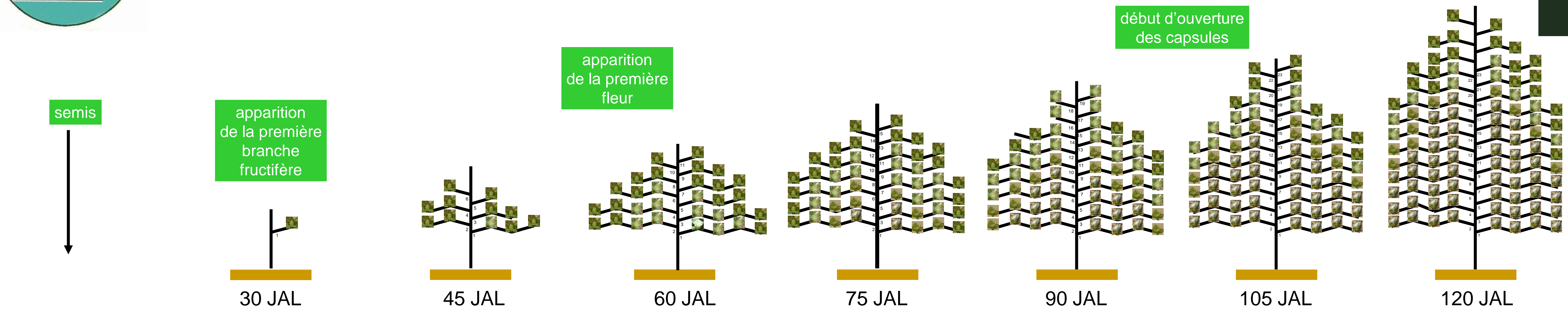


moins de 10 espèces peuvent réellement être très nuisibles chaque année
elles appartiennent principalement aux ordres des homoptères, héétéoptères et lépidoptères



les principaux ravageurs de la culture cotonnière au Mali

Myriapodes, Coléoptères et Homoptères





les principaux ravageurs de la culture cotonnière au Mali

Lépidoptères



semis

apparition
de la première
branche
fructifère

apparition
de la première
fleur

début d'ouverture
des capsules

30 JAL

45 JAL

60 JAL

75 JAL

90 JAL

105 JAL

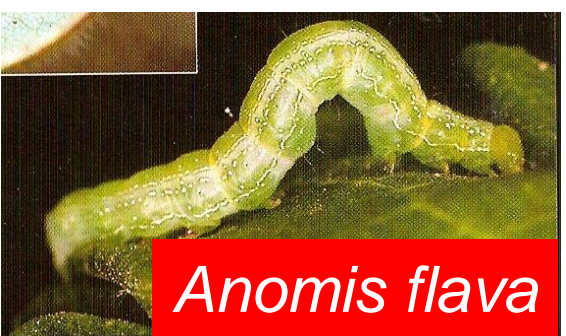
120 JAL

développement fructifère d'un cotonnier en jours après la levée (JAL)



Spodoptera littoralis

chenilles phyllophages



Anomis flava



Syllepte derogata



dégât de *S. derogata*

ravageurs très souvent secondaires
mais pouvant être préoccupants certaines années dans certaines localités

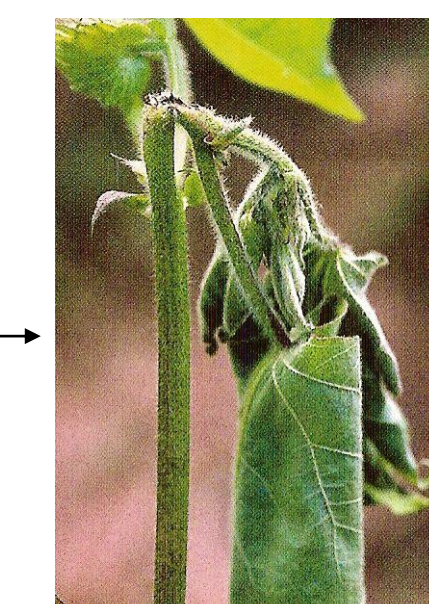
Spodoptera littoralis s'attaque également aux organes fructifères



dégât de *S. littoralis*

ravageur phyllophage qui provoquent des enroulements de feuilles
il peut présenter des infestations très élevées en octobre
mais souvent très localisées et sans grande incidence

écimage du à *Earias* sp



Diparopsis watersi



Earias sp

chenilles de la capsule

principaux responsables
des pertes de production

ces ravageurs qui détruisent ou endommagent les organes fructifères développent des infestations souvent croissantes du début à la fin de la campagne
Earias est souvent la première espèce observée (provoquant des écimages) mais *Helicoverpa armigera* reste l'espèce la plus préoccupante même si elle n'est pas toujours dominante

Diparopsis watersi est souvent très discret (peut être en raison de l'emploi de pyréthrinoides)
ses dégâts sur boutons floraux sont facilement repérables

échelle d'importance croissante d'un ravageur ou groupe de ravageurs

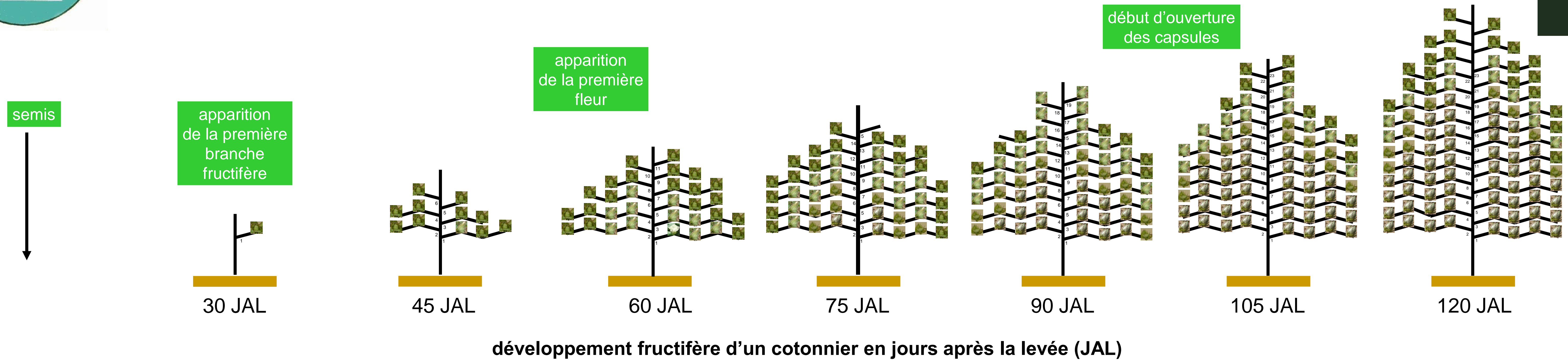
faible

forte



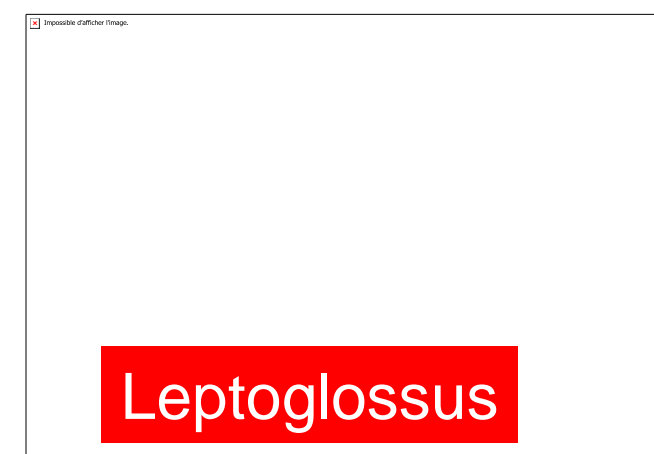
les principaux ravageurs de la culture cotonnière au Mali

Hétéroptères



miride

des attaques directes sur boutons floraux peuvent provoquer leurs chutes



Leptoglossus



Nezara sp

Helopeltis

piqures d'organes fructifères entraînant leur chute ou le développement de pourritures



Dysdercus voelkeri



Dysdercus voelkeri

Dysdercus voelkeri

piqures d'organes fructifères entraînant le développement de pourritures de capsule diminuant le pouvoir germinatif des semences



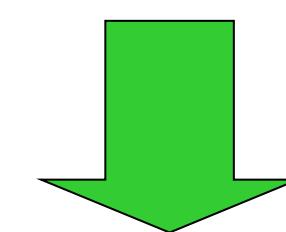
incidence des ravageurs de la culture cotonnière au Mali



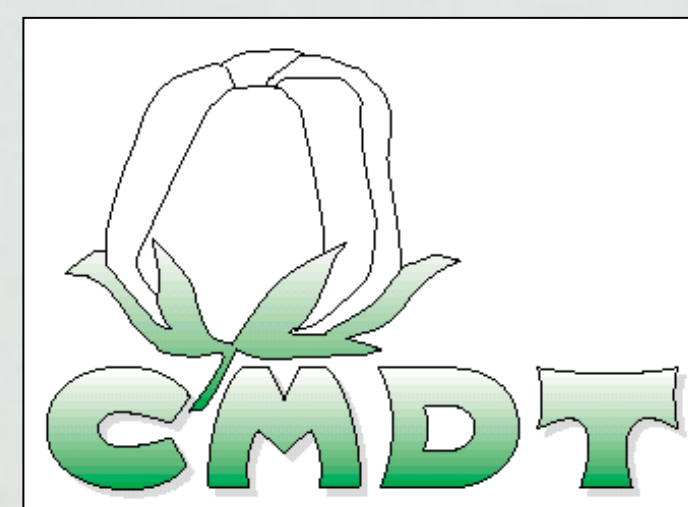
de 1969 à 1981 : en moyenne 35,8 % de pertes de production
pouvaient être provoquées par les ravageurs
en fonction des années en moyenne de 21,9 % à 54,1 %
(59 résultats d'évaluation des pertes de production)

de 1993 à 1998 : en moyenne 32,5 % de pertes de production
pouvaient être provoquées par les ravageurs
en fonction des années et des lieux de 11,1 % à 82,2 %
(20 résultats d'évaluation des pertes de production)

en 2008 : en moyenne 29,6 % de pertes de production
ont été provoquées par les ravageurs
(4 résultats d'évaluation des pertes de production)



sans parler de l'incidence des ravageurs sur la qualité de la fibre
la protection de la culture cotonnière contre ses ravageurs
est incontournable pour garantir une production satisfaisante



les principales approches de protection phytosanitaire de la culture cotonnière au Mali

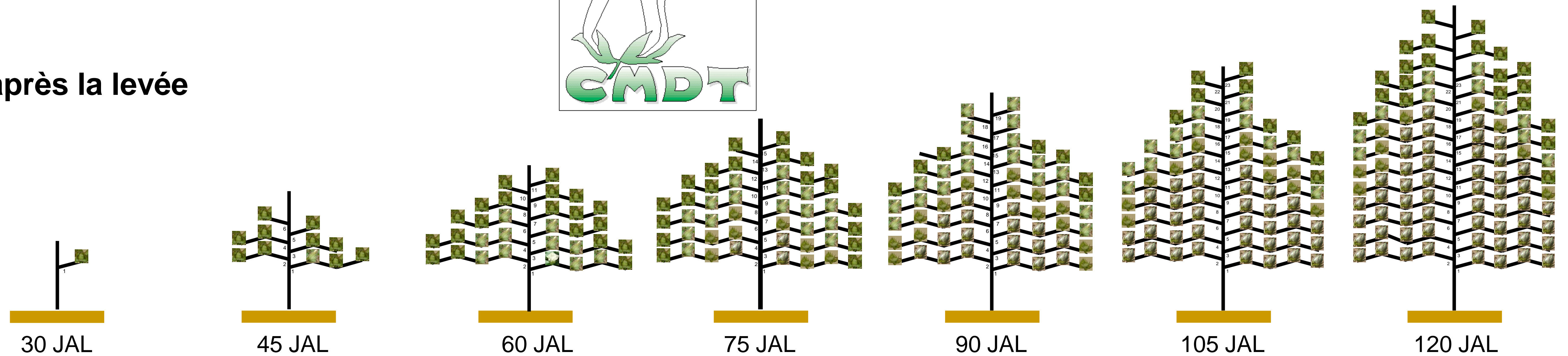
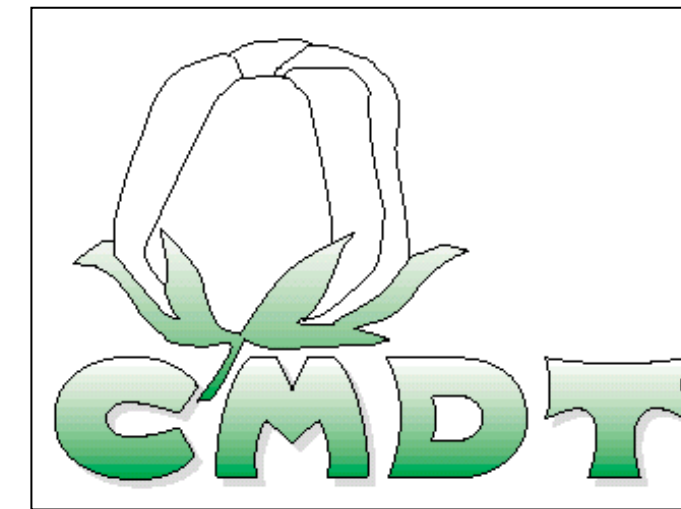




description des principales approches de protection de la culture cotonnière au Mali



JAL = jours après la levée



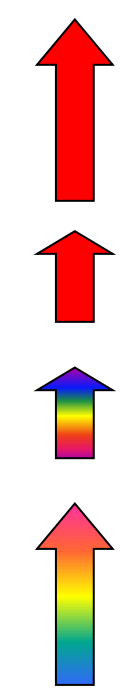
approches de protection

programme d'interventions calendaires

programme de lutte étagée ciblée (LEC)

programme d'interventions sur seuil

développement fructifère d'un cotonnier



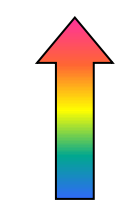
intervention obligatoire avec un insecticide de large spectre à la dose X litre(s)/ha



intervention obligatoire avec un insecticide de large spectre à la dose X/2 litre(s)/ha



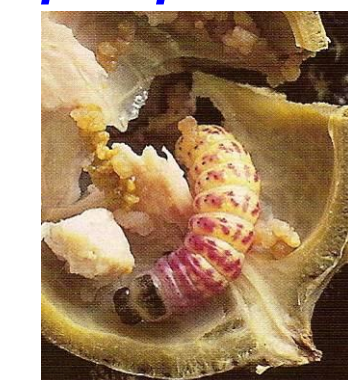
intervention sur seuil avec un (ou des) insecticide(s) spécifique(s) à la (ou aux) demi dose (s) recommandée(s)



intervention sur seuil avec un (ou des) insecticide(s) spécifique(s) à la (ou aux) dose (s) recommandée(s)
attente de 14 jours entre deux interventions contre un même ravageur ou groupe de ravageurs

conditions pour une intervention sur seuil

Diparopsis watersi



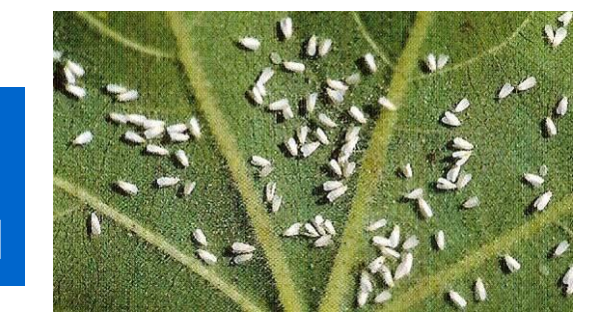
Earias



Sylepte derogata



Bemisia tabaci



Aphis gossypii



et
ou

et
ou

et
ou

Helicoverpa armigera



> 20 % de plants infestés

> 5 chenilles/25 plants

> 80 % de plants infestés



pratiques phytosanitaires réelles des producteurs adoptant le programme d'interventions calendaires (1)



années de 1997 à 2000
régions de Sikasso et de de Koutiala
données du Service Suivi Evaluation de la CMDT
854 parcelles
775 parcelles retenues car disposant de toutes les données

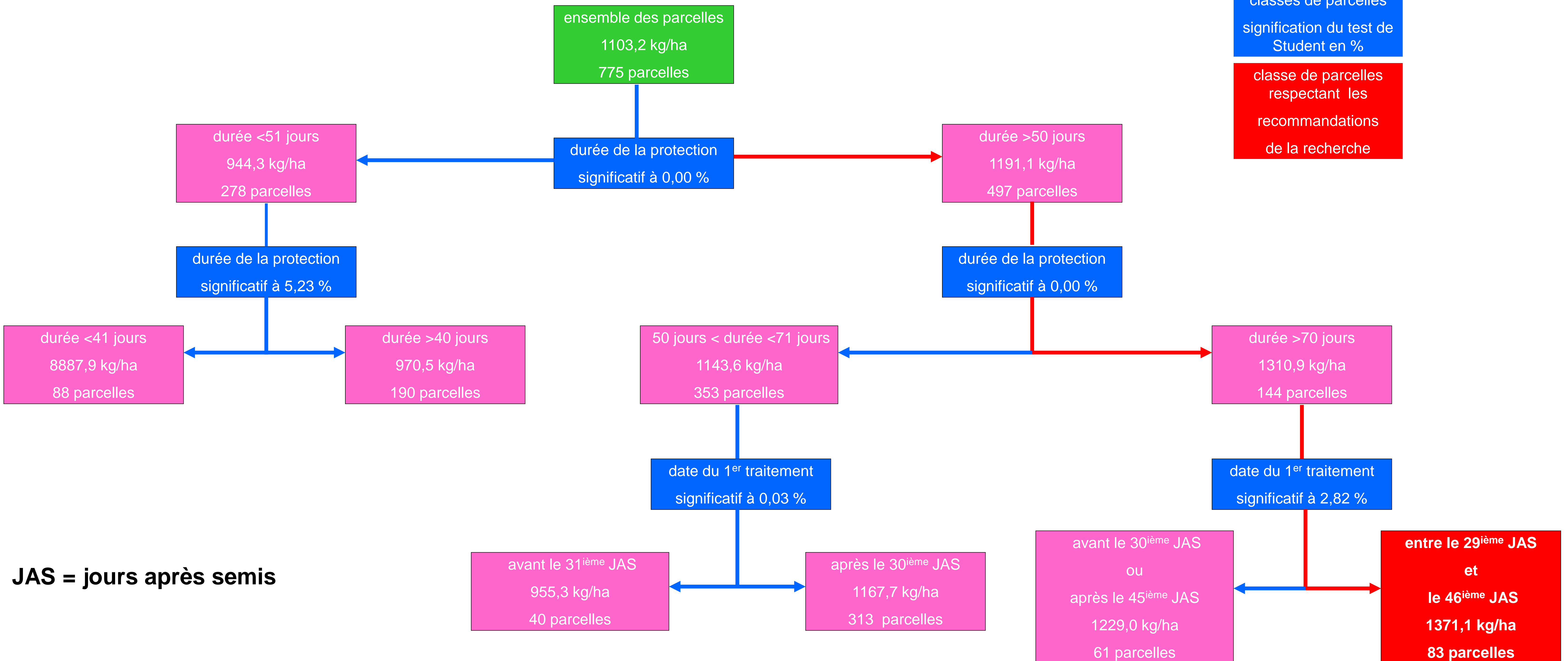


analyse de segmentation

classe de parcelles avec
rendement moyen et nombre
de parcelles

critère de
différenciation des
classes de parcelles
signification du test de
Student en %

classe de parcelles
respectant les
recommandations
de la recherche



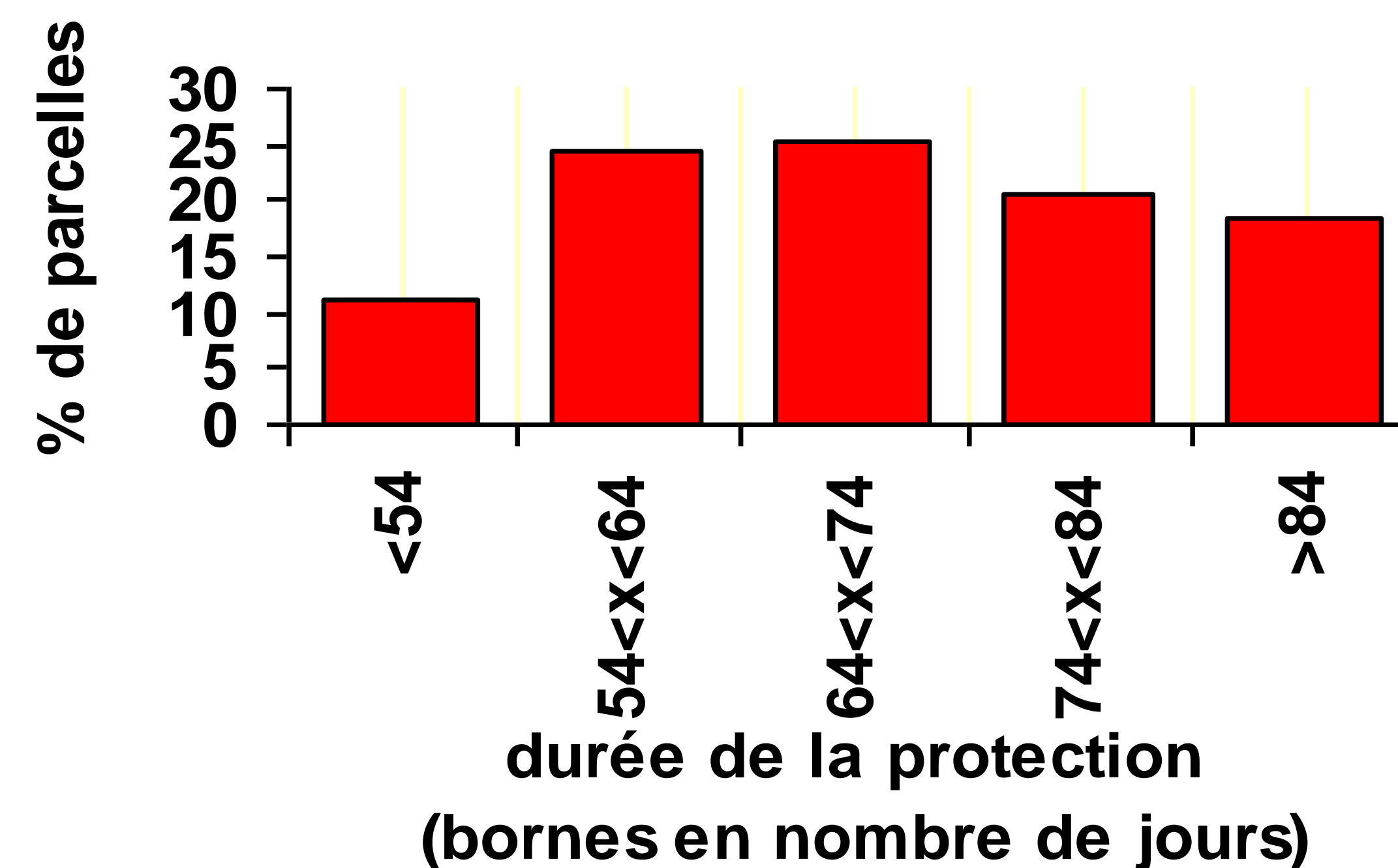
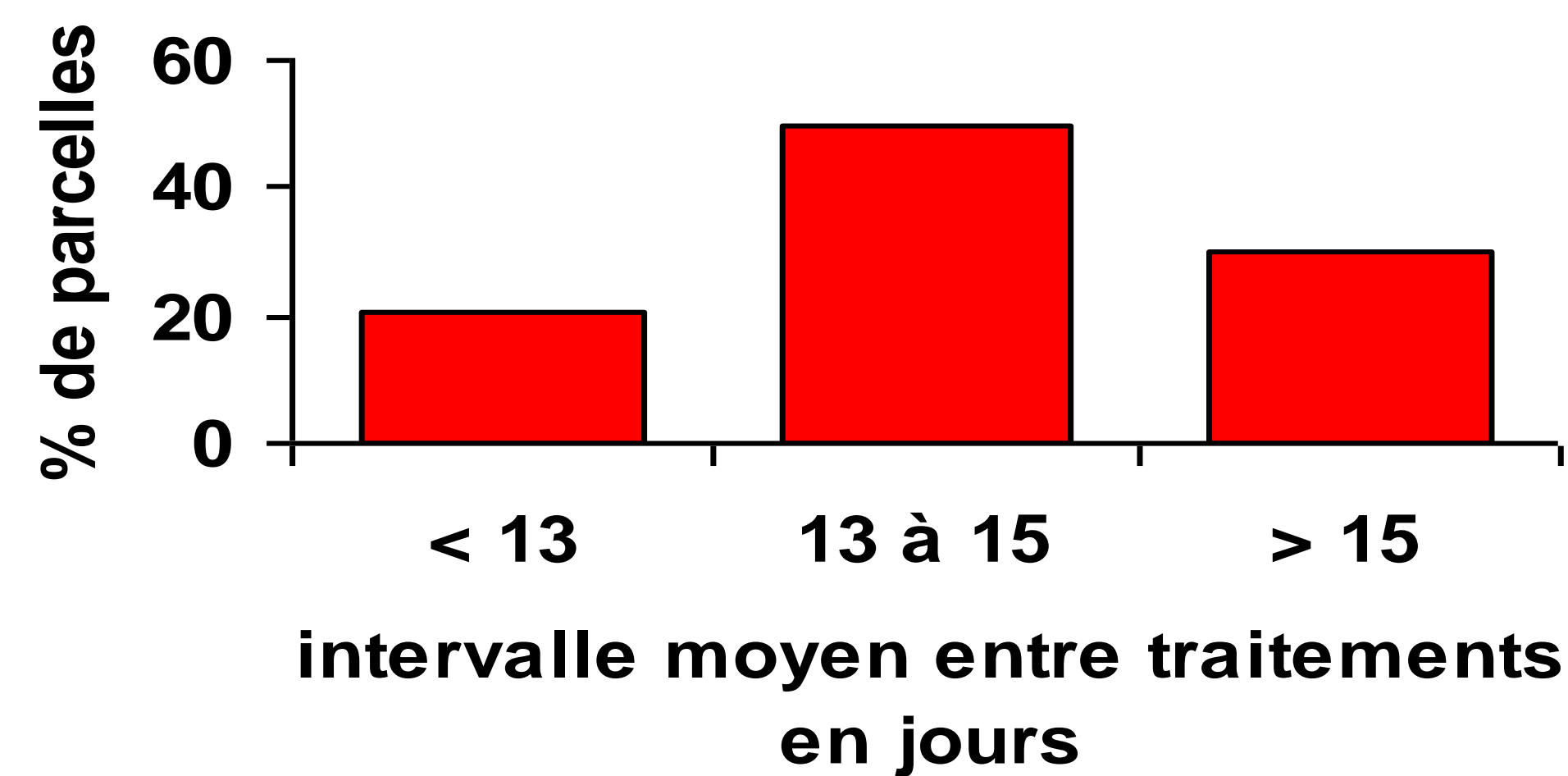
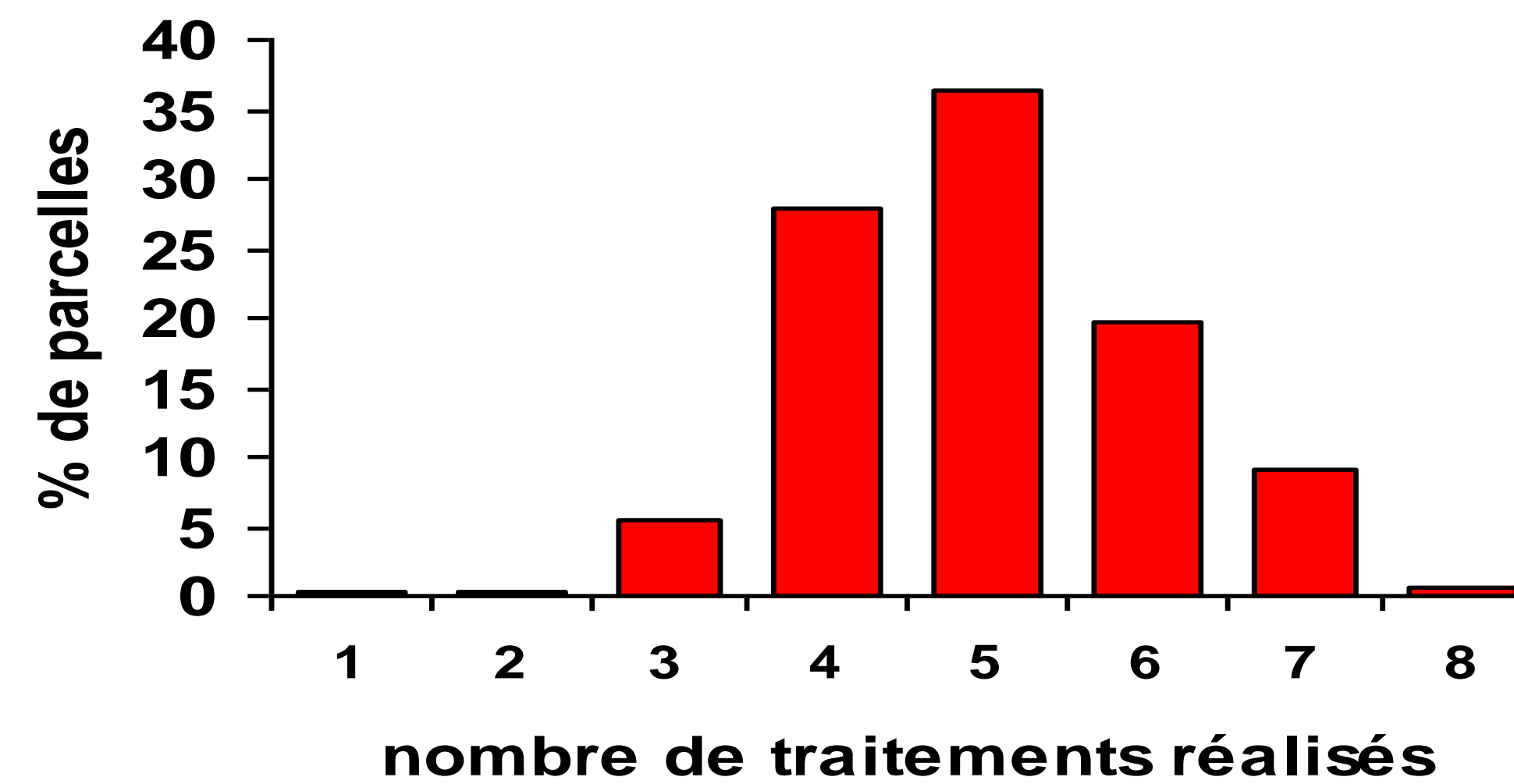
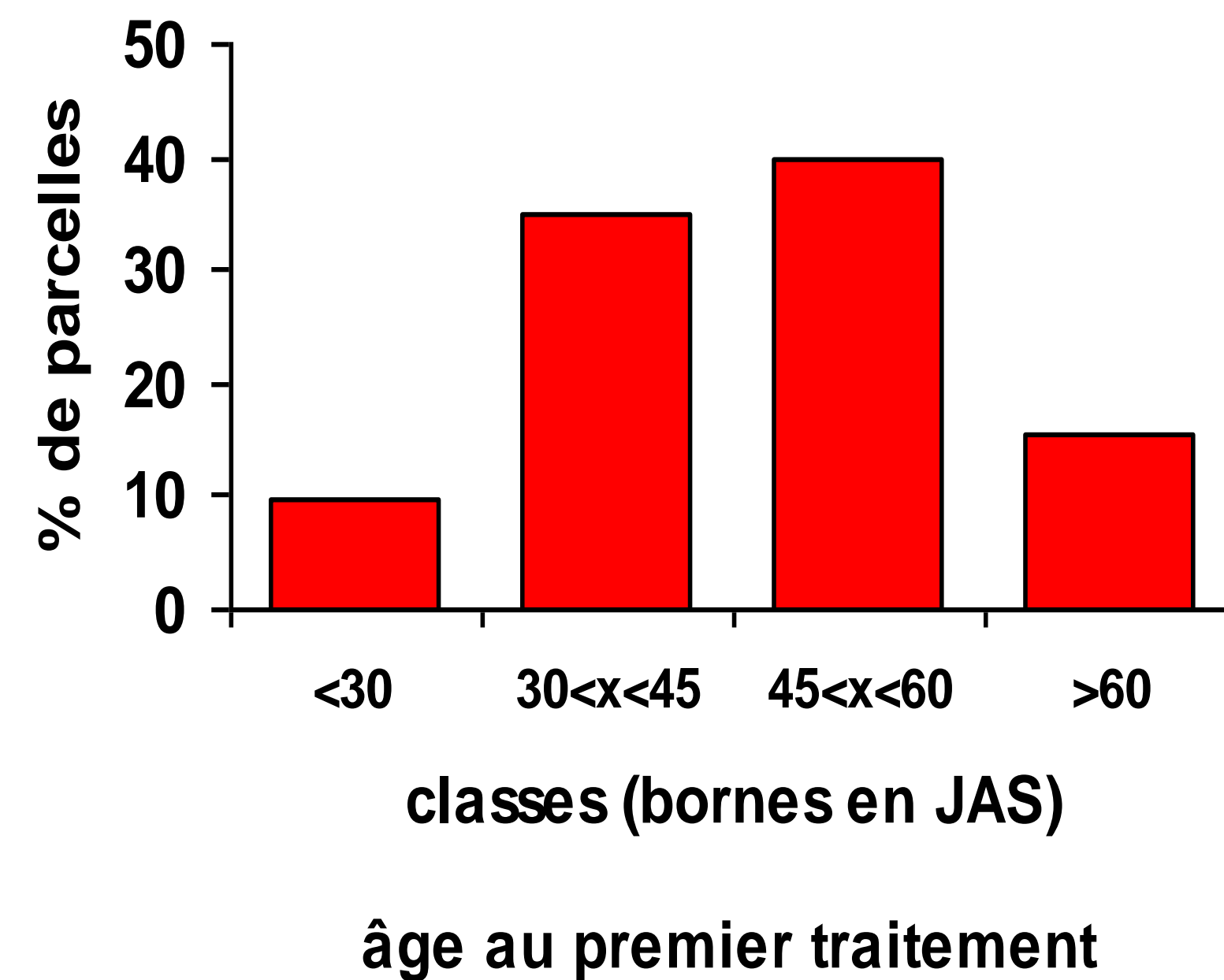
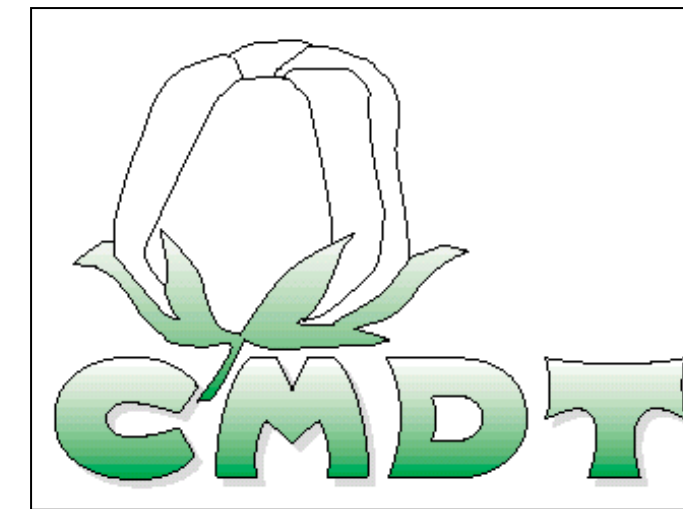
la durée de la période de protection est le premier facteur phytosanitaire discriminant
11,4 % de producteurs suivent les recommandations de protection pour des interventions calendaires
ces recommandations de protection procurent les meilleurs rendements



pratiques phytosanitaires réelles des producteurs adoptant le programme d'interventions calendaires (2)



années de 1997 à 2000
régions de Sikasso et de Koutiala
données du Service Suivi Evaluation de la CMDT
854 parcelles
775 parcelles retenues car disposant de toutes les données



la date du premier traitement est souvent trop tardive

le nombre de traitements est inférieur aux recommandations

l'intervalle entre traitement est peu respecté

la durée de la période de protection est souvent trop courte

JAS = jours après semis



diffusion et performances des principales approches de protection de la culture cotonnière contre ses ravageurs au Mali

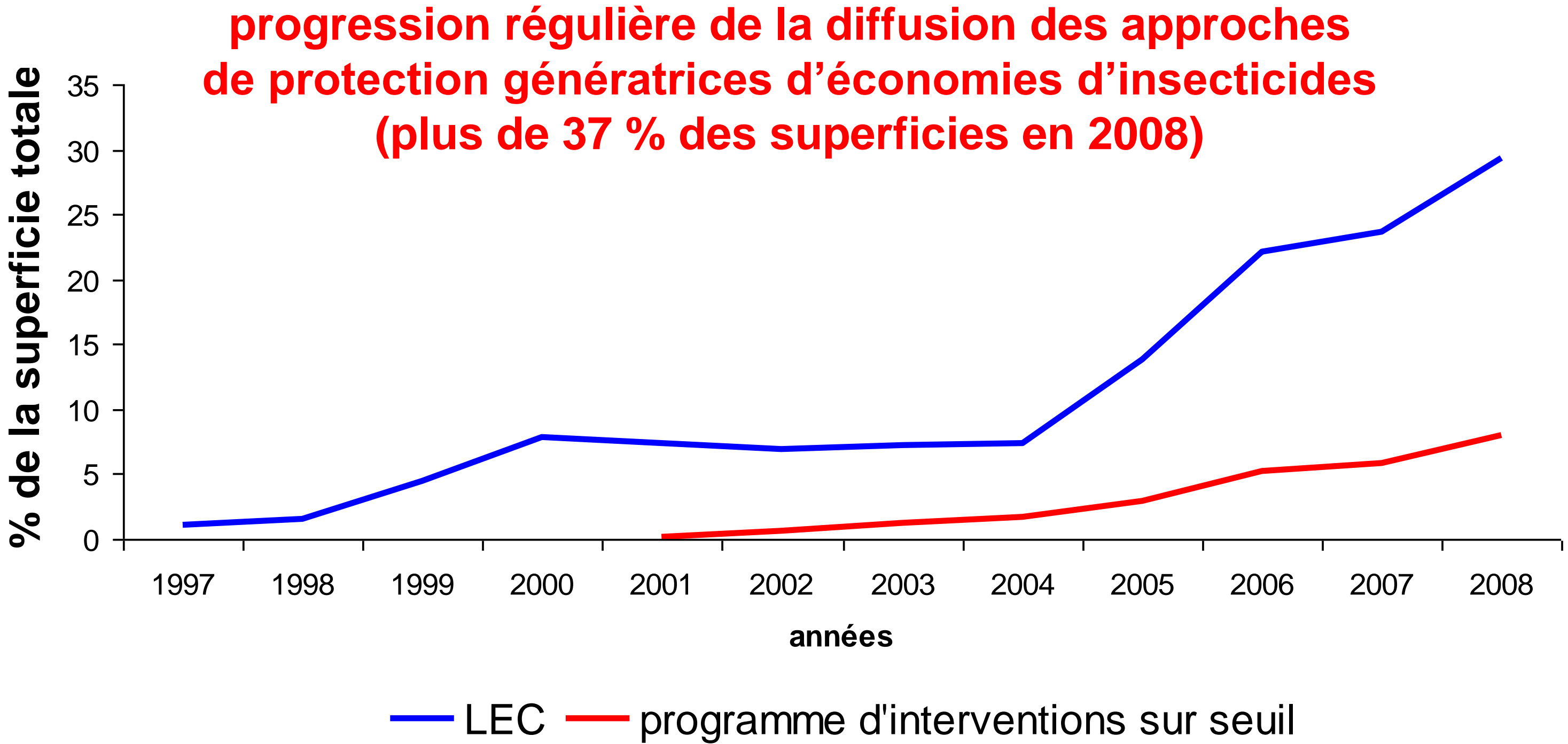
diffusion en zone CMDT



performances de 2001 à 2008 sources CMDT à Bobo Dioulasso en 2009

année	superficies en hectares		
	interventions calendaires	LEC	interventions seuil
1994	208 333	104	0
1995	240 000	259	0
1996	327 273	2 117	0
1997	390 476	5 313	0
1998	371 429	7 351	0
1999	422 675	19 821	0
2000	195 146	16 578	0
2001	454 777	36 521	611
2002	388 548	28 980	2 515
2003	472 661	36 985	6 297
2004	485 238	39 496	8 683
2005	434 084	71 812	15 133
2006	333 443	101 796	24 026
2007	189 906	63 599	15 640
2008	178 598	52 232	14 428

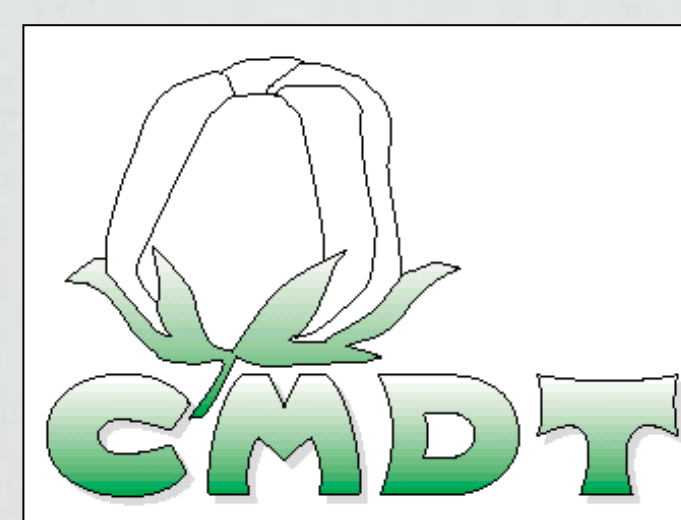
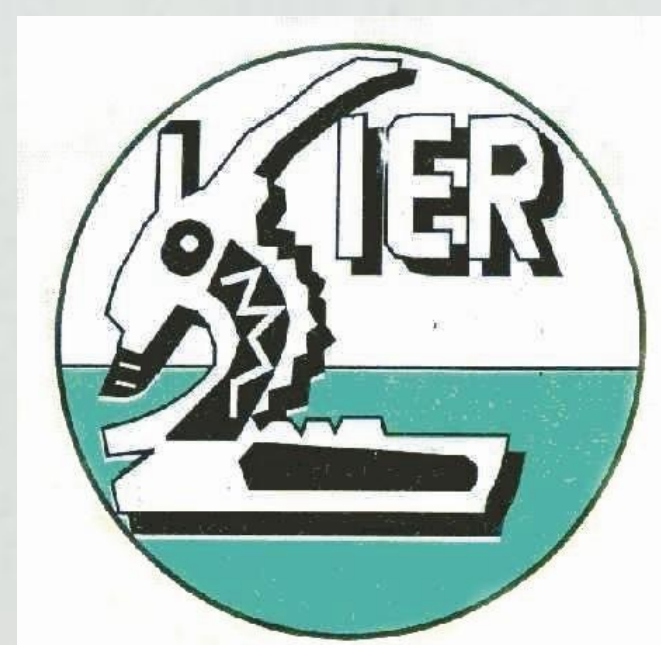
	interventions calendaires	LEC	interventions sur seuil
rendement en kg/ha (significatif à 1,5 %)	1 016 a	992 ab	953 b
prix d'achat du coton graine en F CFA/kg*	200	200	200
achat du coton graine en F CFA/ha	203 100	198 400	190 650
litre d'insecticide en F CFA*	4 507	4 507	4 507
nombre de litre d'insecticide/ha (significatif à 0,0%)	4,5 c	3,2 b	1,4 a
coûts des insecticides utilisés en F CFA/ha	20 496	14 344	6 315
amortissement entretien annuels appareil en F CFA/ha	11 596	8 115	3 573
coûts des piles/application en F CFA	900	900	900
coût de l'utilisation des piles en F CFA/ha	4 093	2 864	1 261
coût de la main d'œuvre/application en F CFA/ha**	150	150	150
coût de la main d'œuvre en F CFA/ha	682	477	210
produit diminué des coûts de protection en F CFA/ha (significatif à 1,3 %)	166 233 b	172 599 b	179 290 a
	100	104	108



*données de la campagne 2008
amortissement et entretien proportionnels à la durée d'utilisation des appareils
renouvellement des piles à chaque application
** base de 750 F CFA/journée de travail et 1 heure de travail/ha/traitement (Manda Sadio Keita)

de 1997 à 2008 la LEC a procuré 1007 kg/ha contre 1023 kg/ha pour les traitements calendaires (F = 1,02 significatif à 33,5 %)

l'adoption du programme actuel d'interventions sur seuil sur 500 000 hectares (superficie cotonnière potentielle au Mali) augmenterait de 6,5 milliards de F CFA/an les marges des producteurs et réduirait significativement les impacts négatifs des insecticides sur la santé humaine et l'environnement

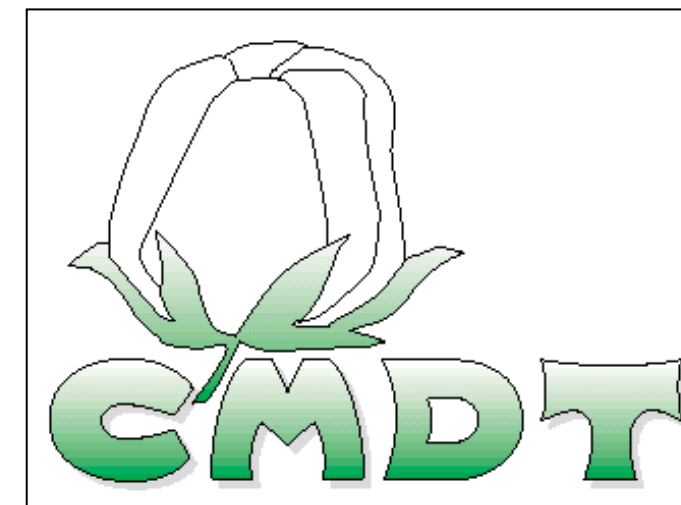


**RÉSULTATS DE DÉVELOPPEMENT ET DE RECHERCHE
À PROPOS DES PROGRAMMES D'INTERVENTIONS SUR SEUIL**





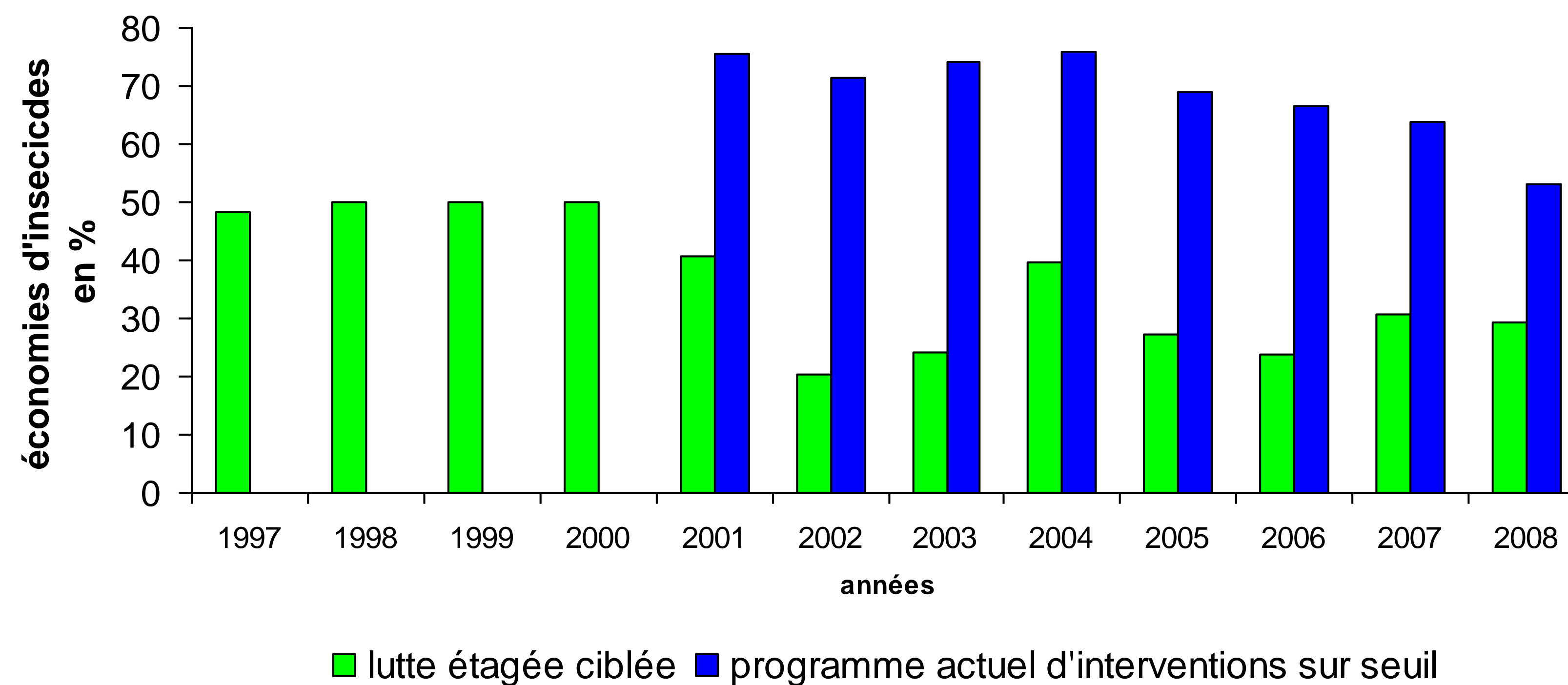
réduction de l'usage des insecticides avec le programme actuel d'interventions sur seuil



résultats en développement

période 2001 à 2008
nombre de litres d'insecticide/ha

programme calendaire : 4,5 c
lutte étagée ciblé : 3,2 b
programme actuel d'interventions sur seuil : 1,4 a

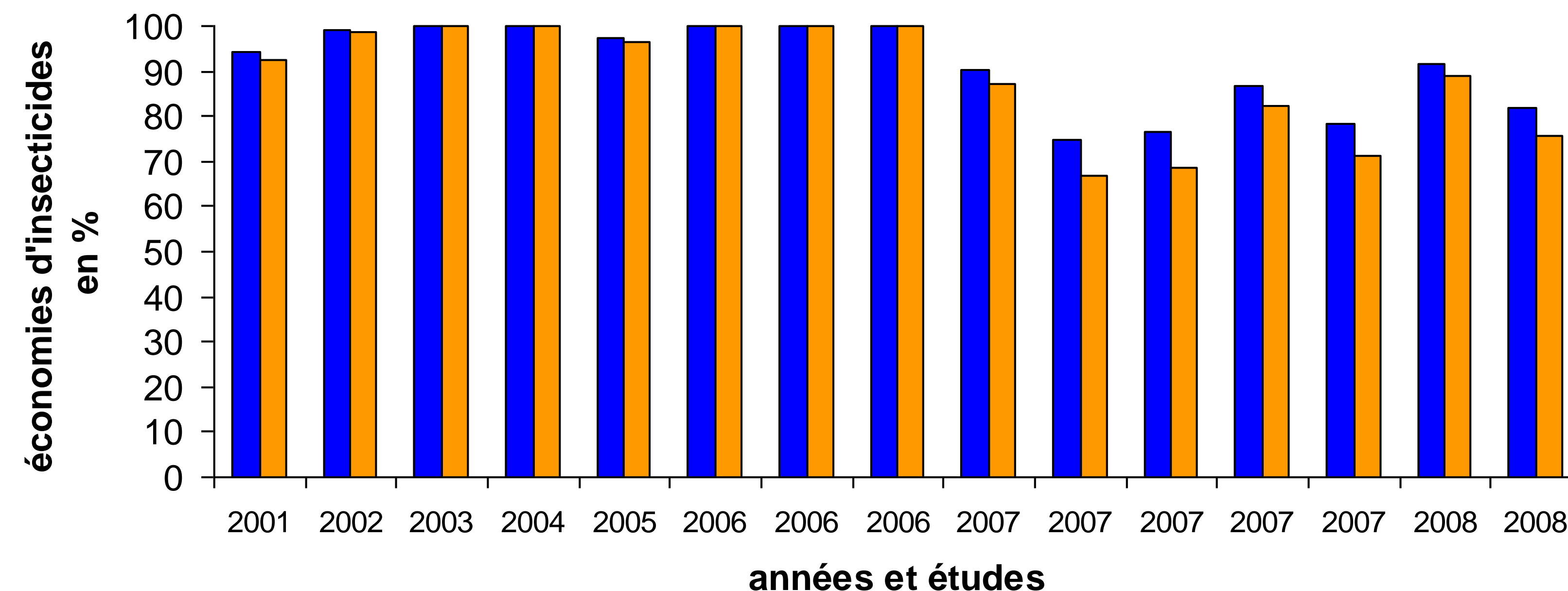


économies significatives d'insecticides

gestion plus durable des ravageurs
diminution des risques en santé humaine
meilleure protection de l'environnement

résultats en recherche avec la densité de plantation recommandée

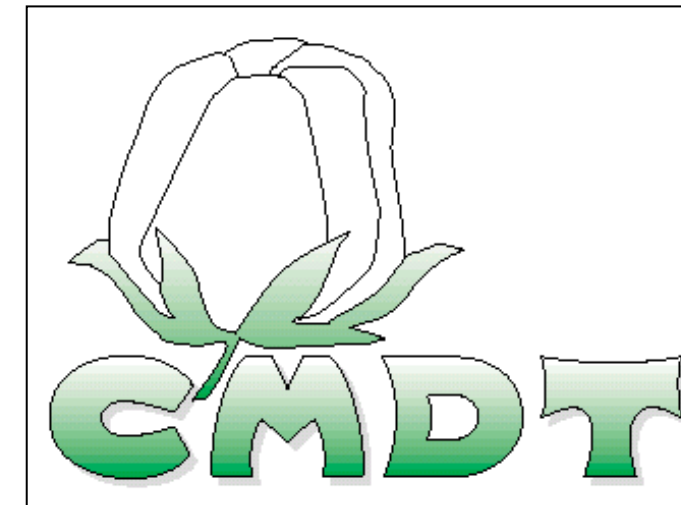
ensemble des études
nombre d'applications par hectare
1 application = 1 litre d'insecticide (en général)



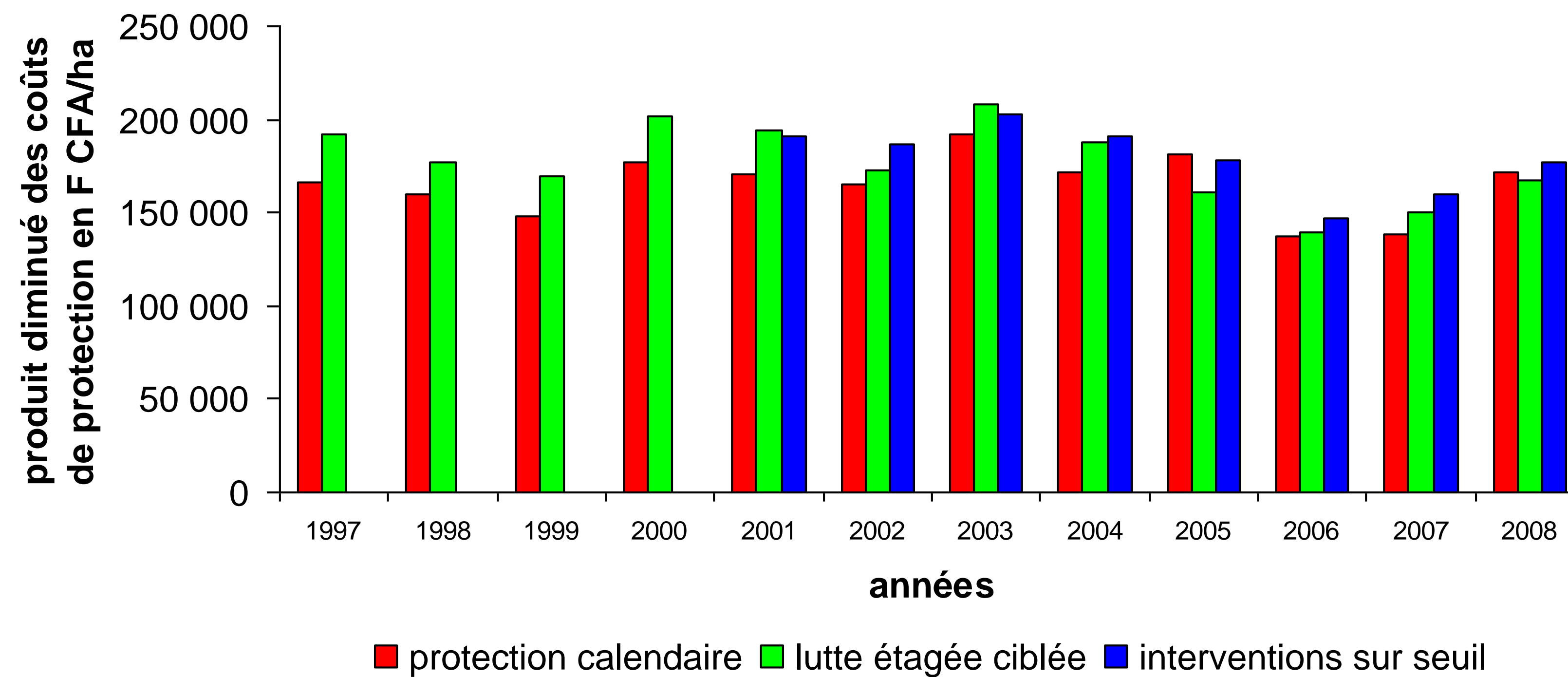
programme calendaire : 6,0 b
programme actuel d'interventions sur seuil : 0,5 a



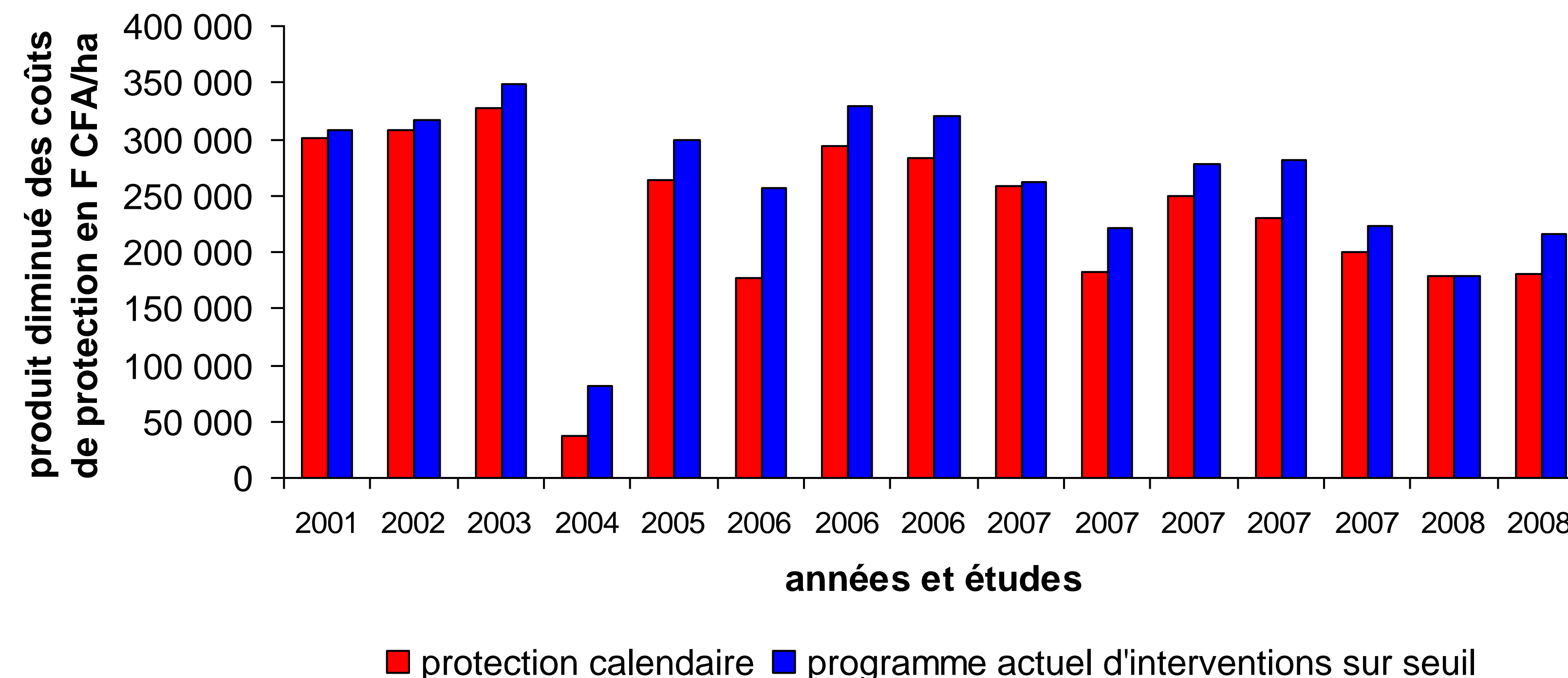
augmentation des gains pour les producteurs avec le programme actuel d'interventions sur seuil



résultats en développement

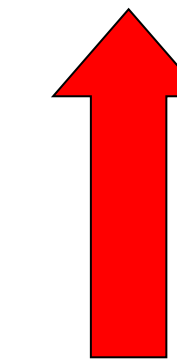


résultats en recherche avec la densité de plantation recommandée



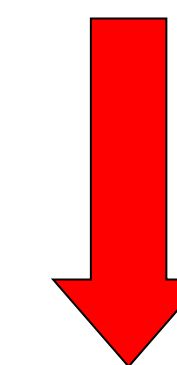
période 2001 à 2008
produit diminué de coûts de protection

programme calendaire : 166 233 F CFA/ha b
lutte étagée ciblée : 172 599 F CFA/ha ab
programme actuel d'interventions sur seuil : 179 290 F CFA/ha a



bases économiques 2008

200 F CFA/kg de coton graine acheté
4 507 F CFA d'insecticide/application
900 F CFA de piles/application
150 F CFA de main d'œuvre/application
2 550 F CFA d'amortissement et d'entretien/application

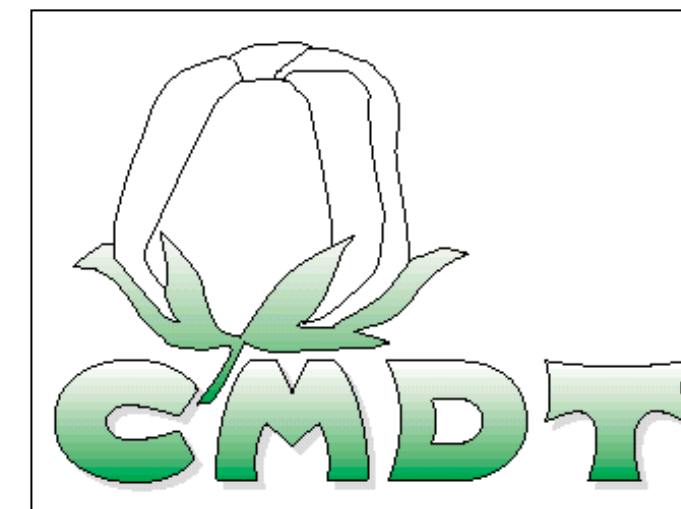


ensemble des études
produit diminué de coûts de protection

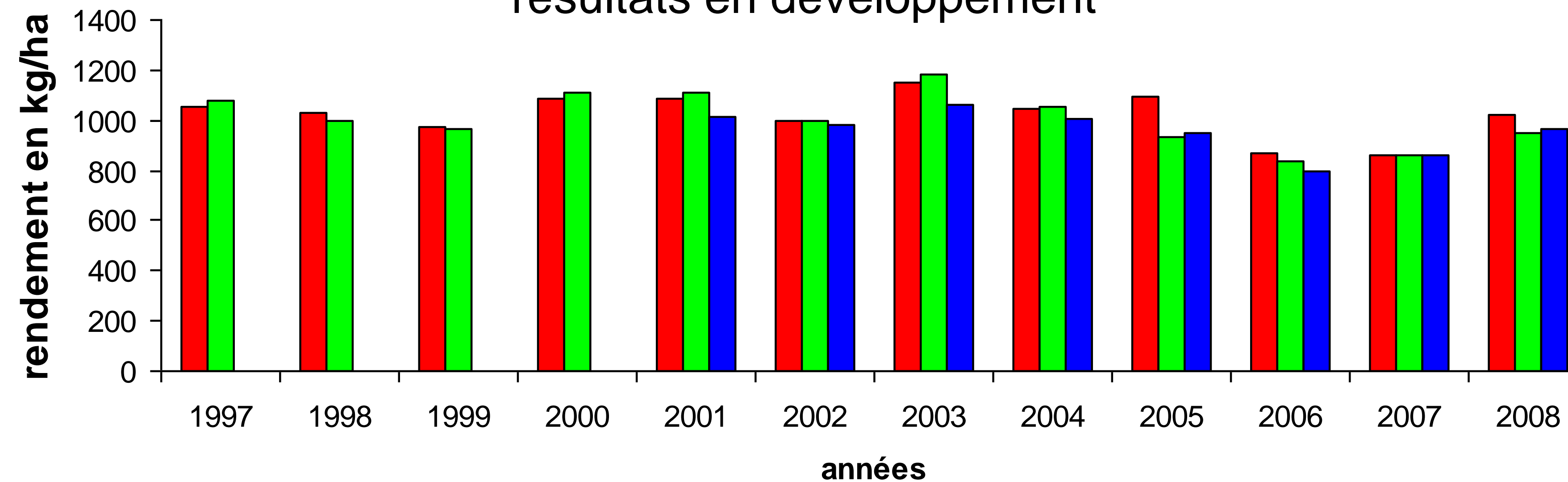
programme calendaire : 231 419 F CFA/ha b
programme actuel d'interventions sur seuil : 261 252 F CFA/ha a



performances productives du programme actuel d'interventions sur seuil (1)



résultats en développement



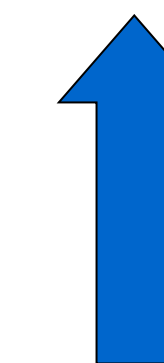
■ programme calendaire
■ lutte étagée ciblée
■ programme actuel d'interventions sur seuil

période 2001 à 2008

programme calendaire : 1 016 kg/ha a
lutte étagée ciblée : 992 kg/ha ab
programme actuel d'interventions sur seuil : 953 kg/ha b

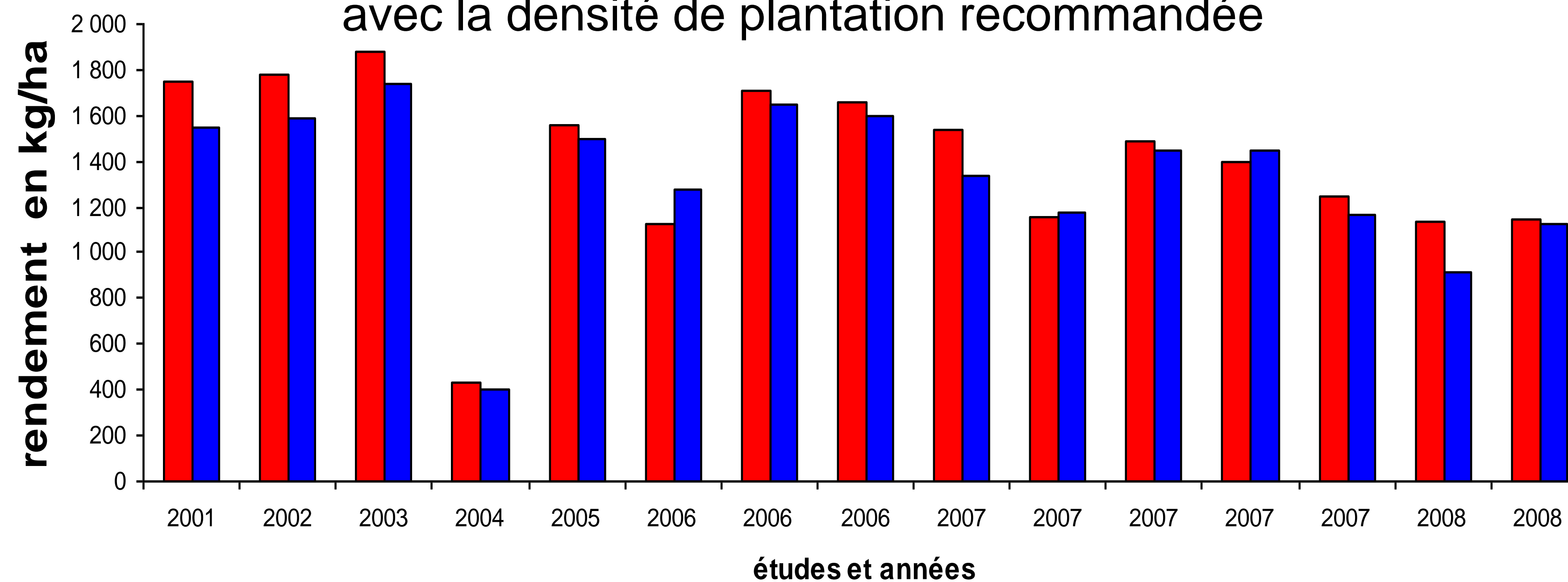


**nécessité d'améliorer
les performances productives
du programme actuel d'interventions sur seuil**



résultats en recherche

avec la densité de plantation recommandée



■ programme calendaire ■ programme actuel d'interventions sur seuil

ensemble des études

programme calendaire : 1 400 kg/ha a
programme actuel d'interventions sur seuil : 1 327 kg/ha b



performances productives du programme actuel d'interventions sur seuil (2)

enquête à Bowara en 1993 à propos de 2 variétés : 5 parcelles de STAM 59 A et 8 parcelles de NTA 93 2
3 placettes d'observation par parcelle pour des diagnostics de production simplifiés
lec = lutte étagée ciblée
seuil = programme actuel d'interventions sur seuil

	taux de rétention en % sur les premières positions des branches fructifères		
	1 à 5	6 à 10	11 à 15
lec	57,7 a	27,4 a	5,2
seuil	52,5 b	19,0 b	2,6
signification en %	3,6	0,5	12,7

	taux en % de capsules entièrement saines sur les premières positions des branches fructifères		
	1 à 5	6 à 10	1 à 15
lec	94,8 a	87,0	91,8
seuil	91,4 b	83,3	89,6
signification en %	1,4	26,1	10,0

	taux de rétention en % sur les premières positions des branches fructifères					
	1 à 5		6 à 10		11 à 15	
	lec	seuil	lec	seuil	lec	seuil
NTA 93 2	57,4	52,1	26,7	19,5	7,0	2,8
STAM 59 A	57,8	55,5	27,8	16,3	4,3	1,5

	taux en % de capsule entièrement saines sur les premières positions des branches fructifères					
	1 à 5		6 à 10		11 à 15	
	lec	seuil	lec	seuil	lec	seuil
NTA 93 2	95,1	90,2	97,7	92,0	91,3	83,4
STAM 59 A	90,1	86,3	93,3	88,0	84,9	82,6

des différences variétales possibles mais surtout des différences significatives entre approches de protection
meilleure protection des premiers organes fructifères avec la lutte étagée ciblée
(les parcelles avec la variété NTA 93 2 ont été majoritairement traitées par des interventions sur seuil)

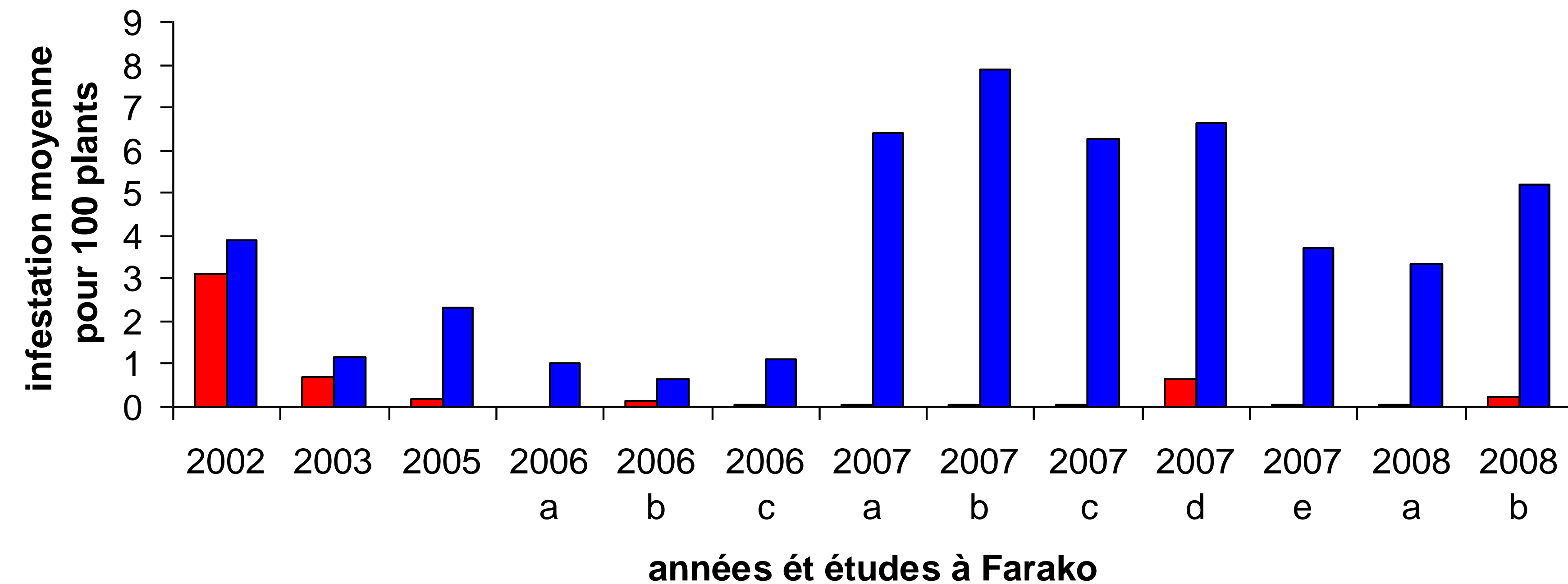
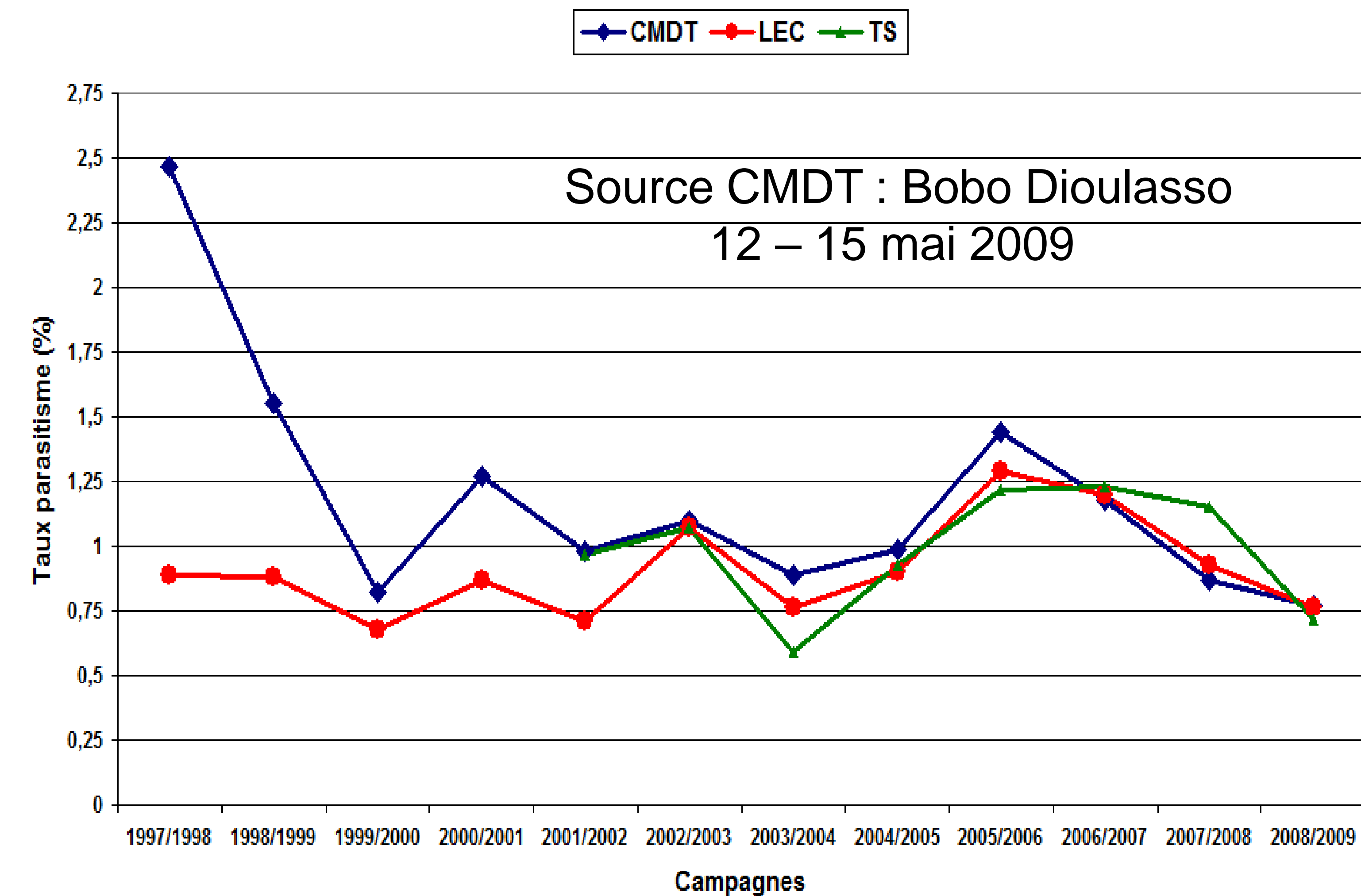


performances biologiques du programme actuel d'interventions sur seuil



EVOLUTION DU PARASITISME EN ZONE CMDT DE 1997/98 A 2008/09

infestations moyennes



même si à la récolte le taux de capsules présentant des dégâts de ravageurs n'est pas très différent de ceux obtenus avec des interventions calendaires ou la LEC

le contrôle des chenilles de la capsule est moins bon même si les infestations moyennes restent logiquement en dessous du seuil de 20 chenilles/100 plants

cela n'est peut être pas sans incidence sur les performances de production

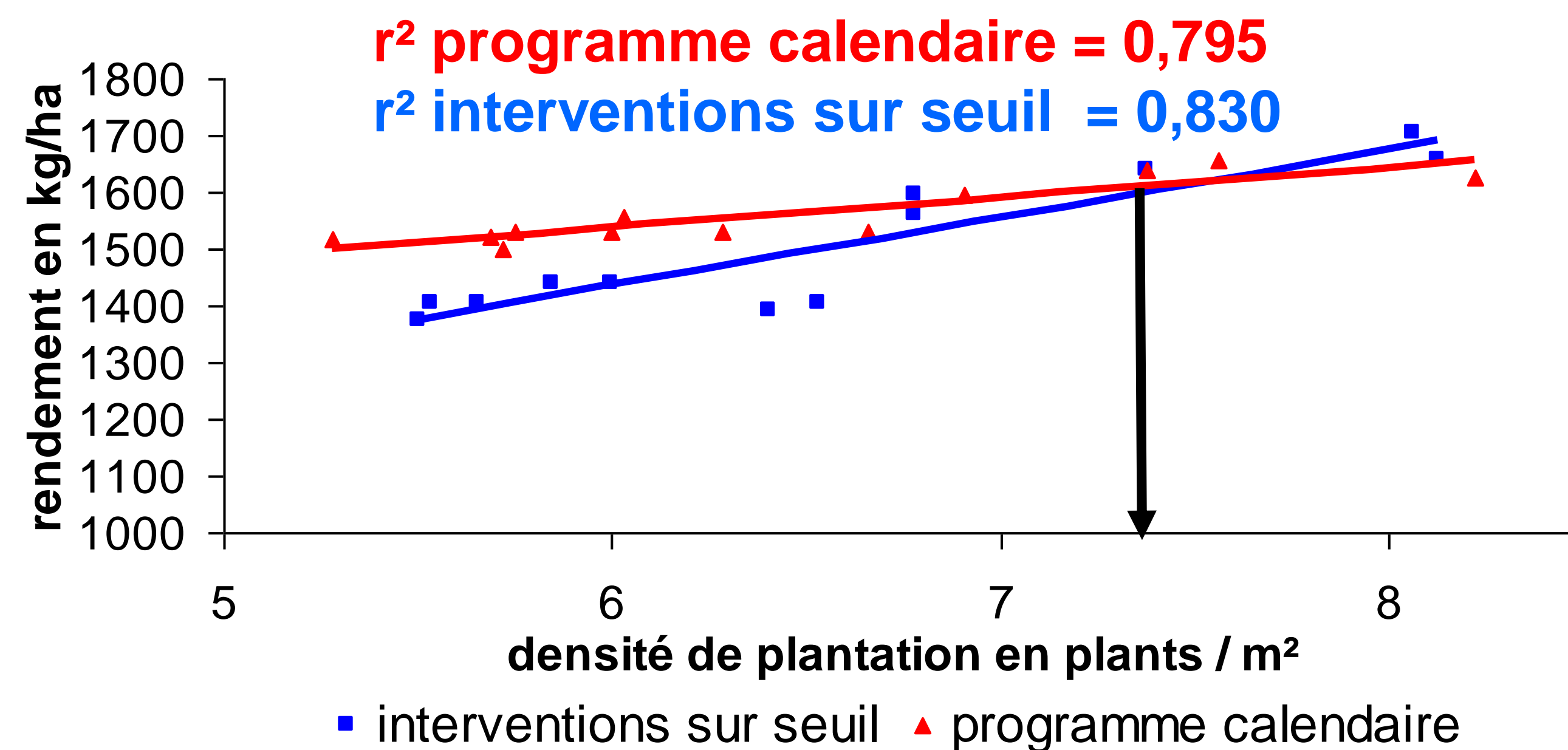
une amélioration des performance biologiques du programme actuel d'interventions sur seuil est certainement nécessaire



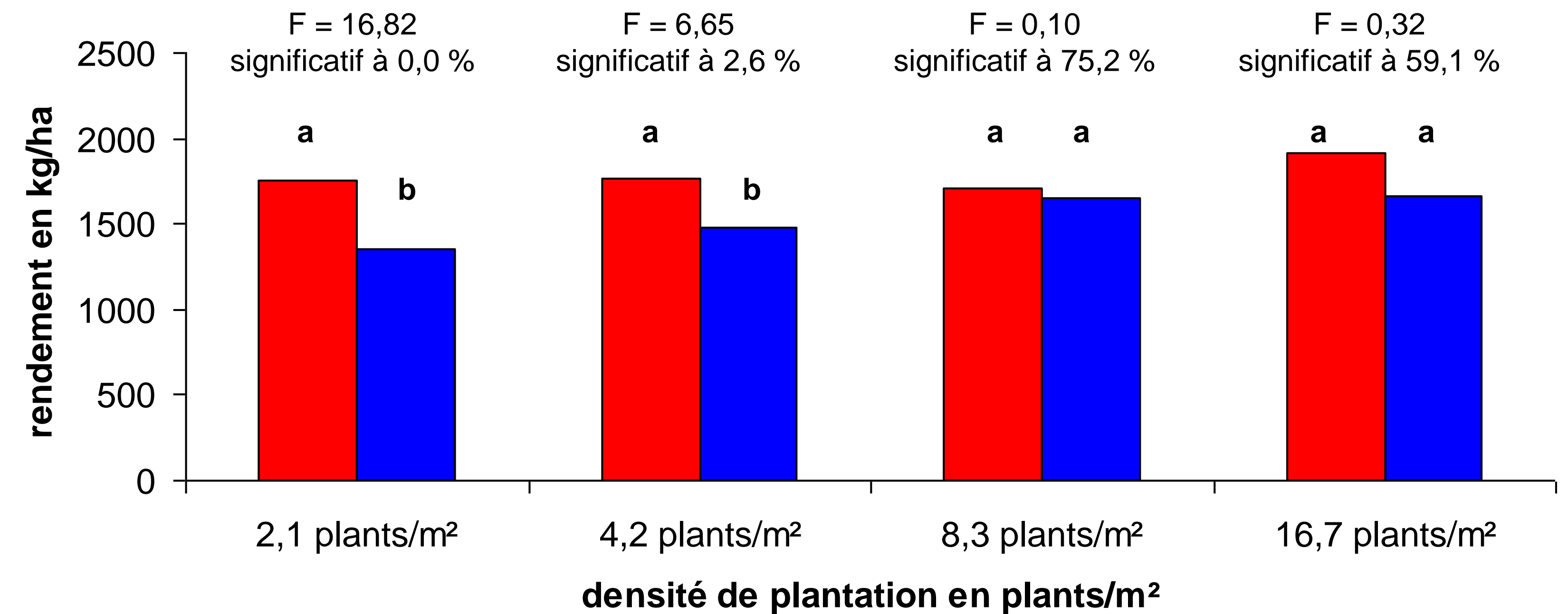
influence de la densité de plantation sur les performances productives du programme actuel d'interventions sur seuil (1)



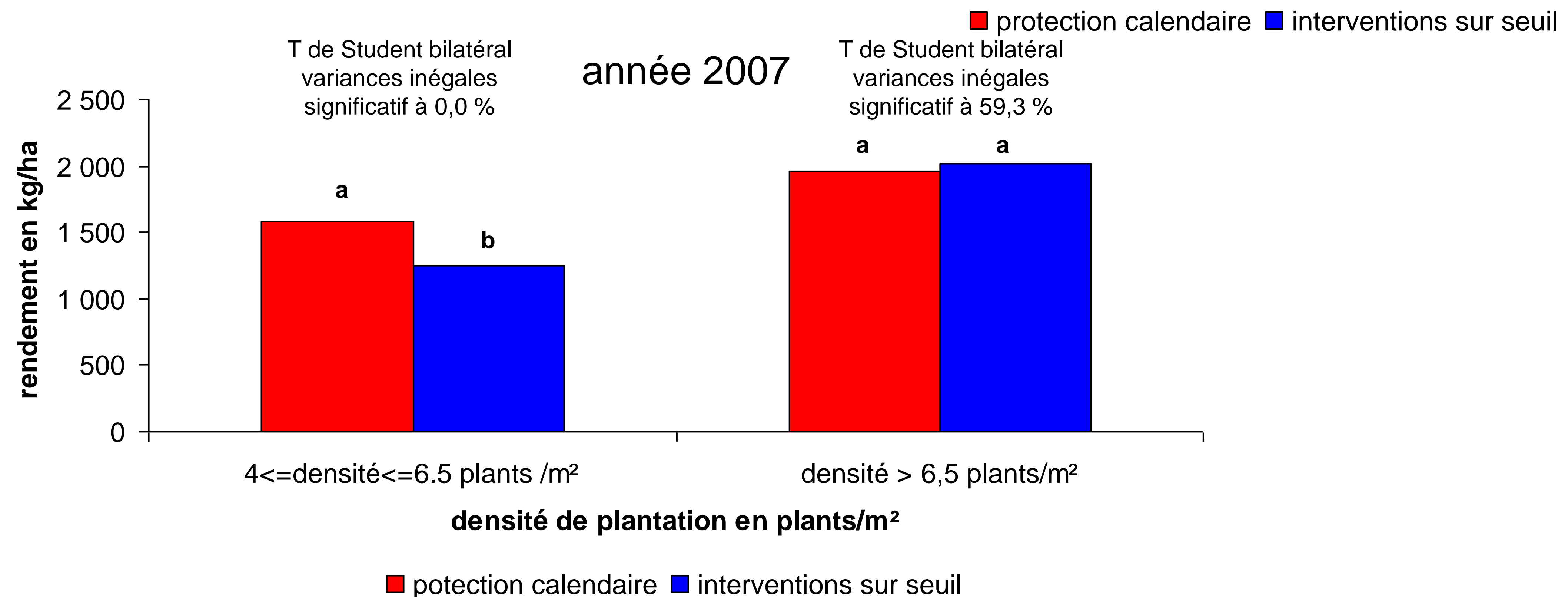
année 2005



année 2006



année 2007



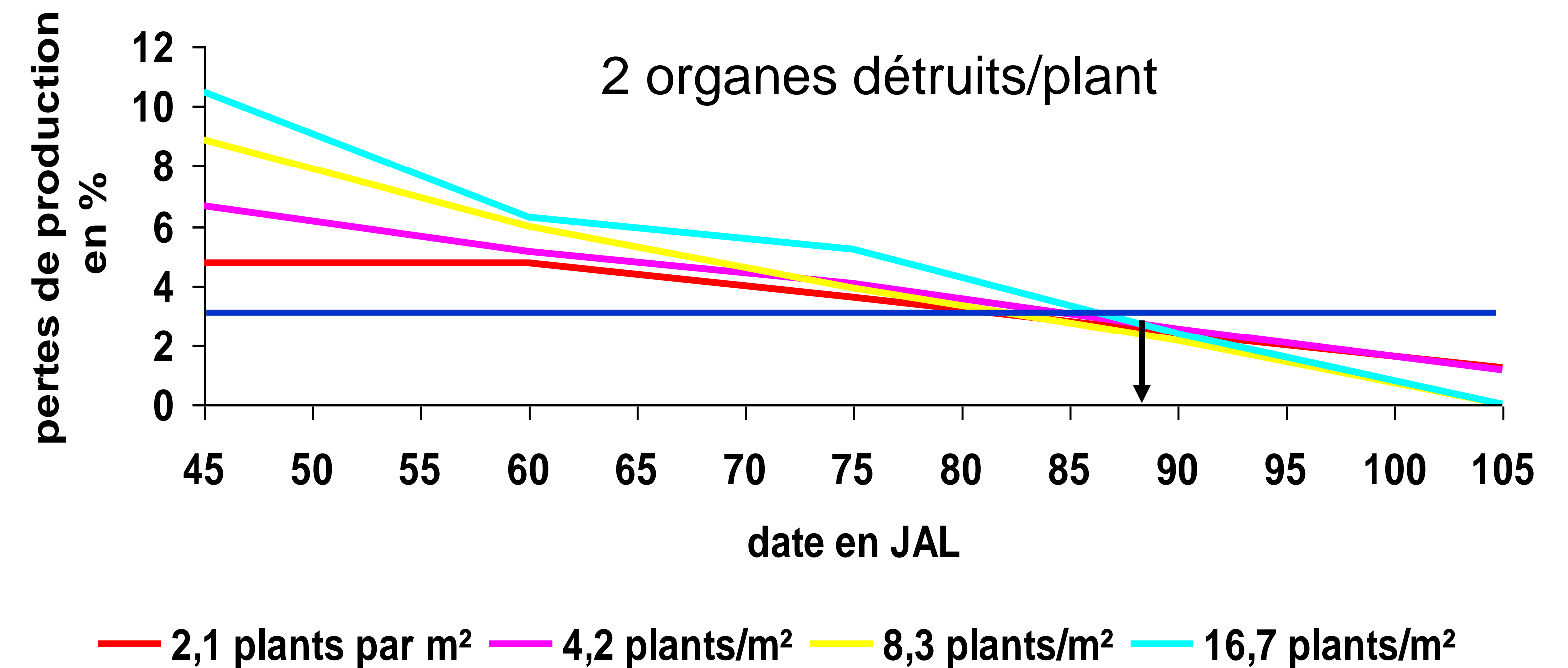
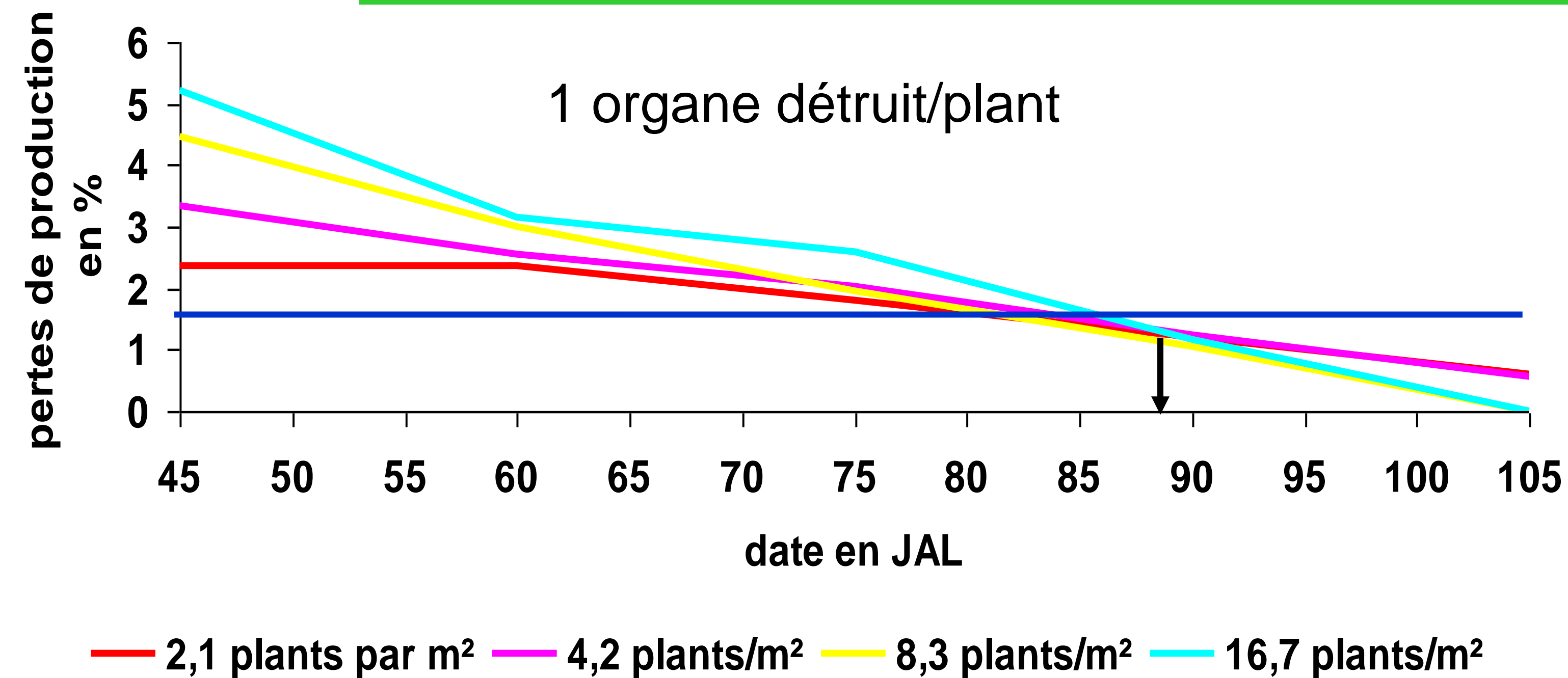
lorsque la densité de plantation est trop faible
les performances productives du programme actuel d'interventions sur seuil
sont inférieures à celles du programme d'interventions calendaires



influence de la densité de plantation sur les performances productives du programme actuel d'interventions sur seuil (2)

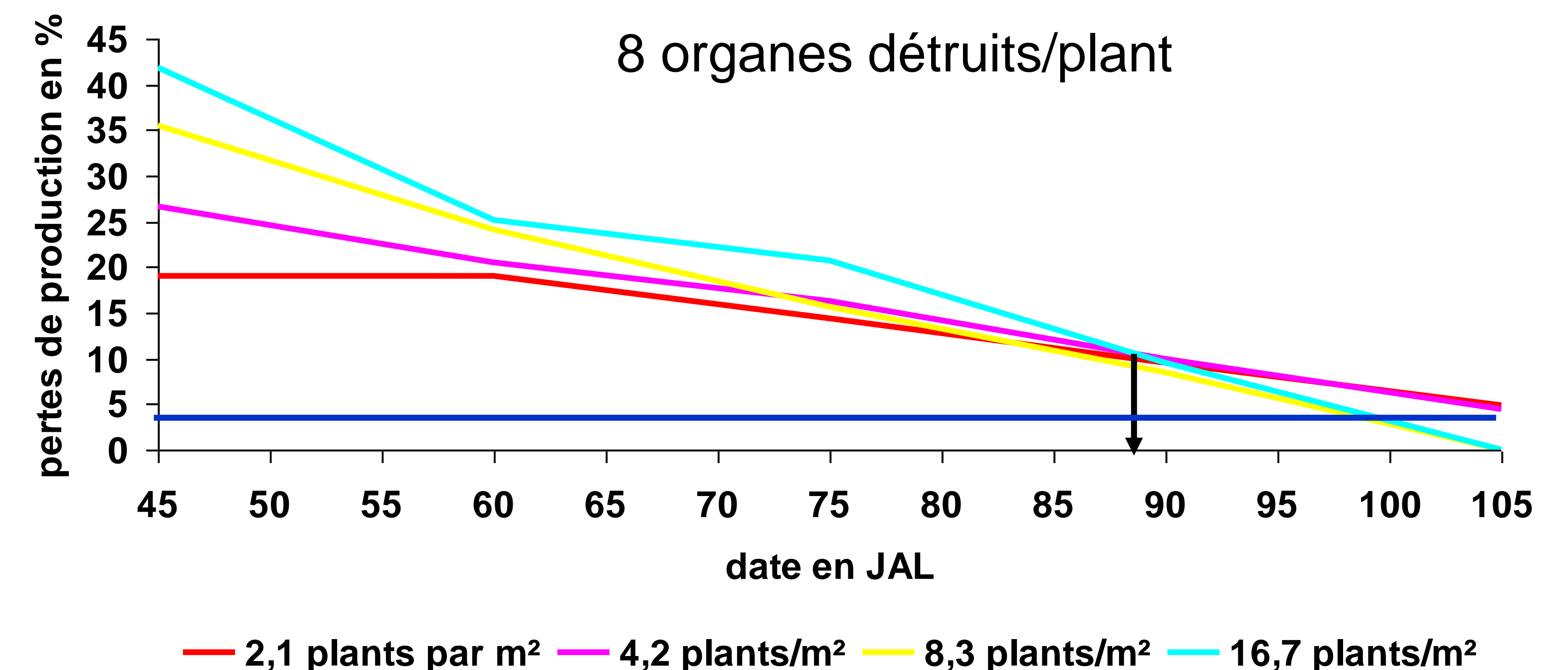
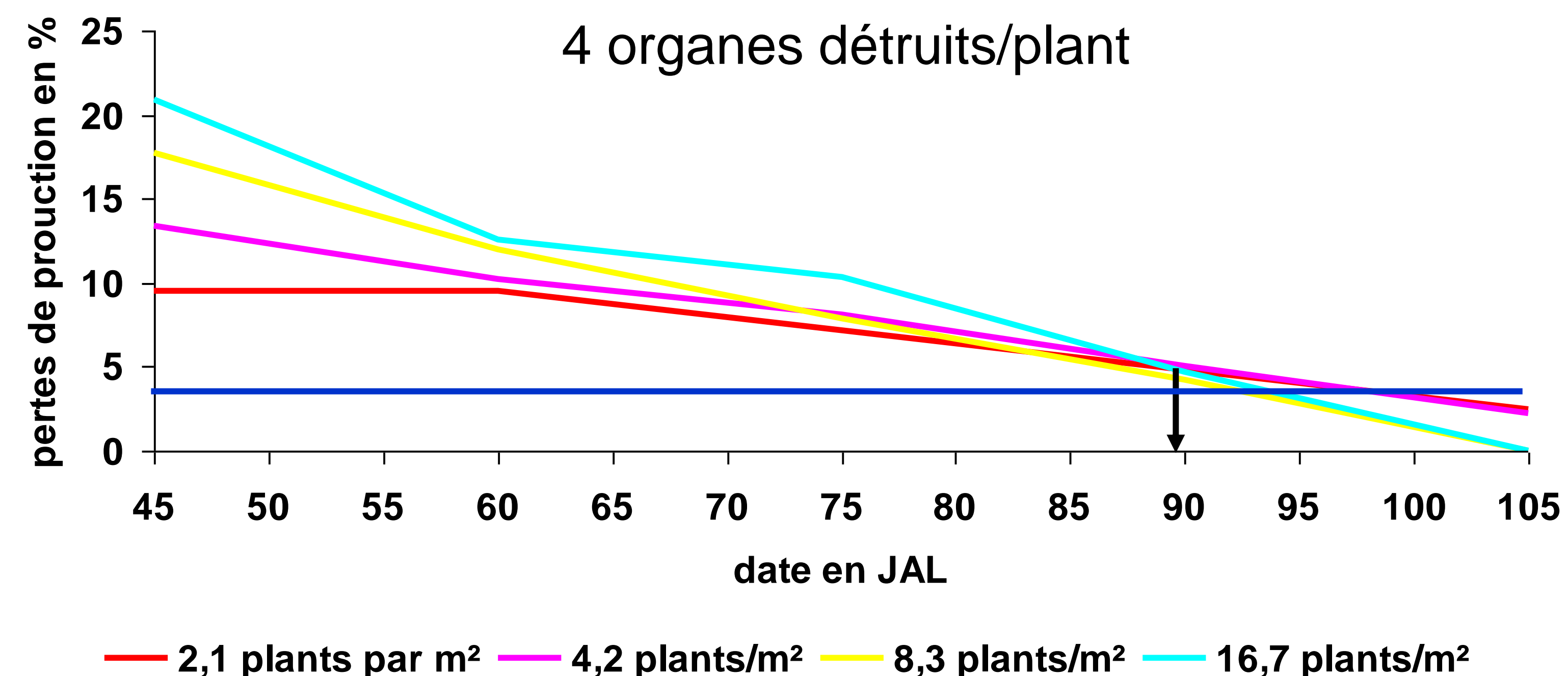


résultats d'incidence de dégâts en fonction du développement de la plante et de la densité de plantation



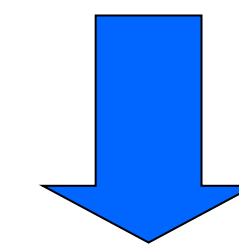
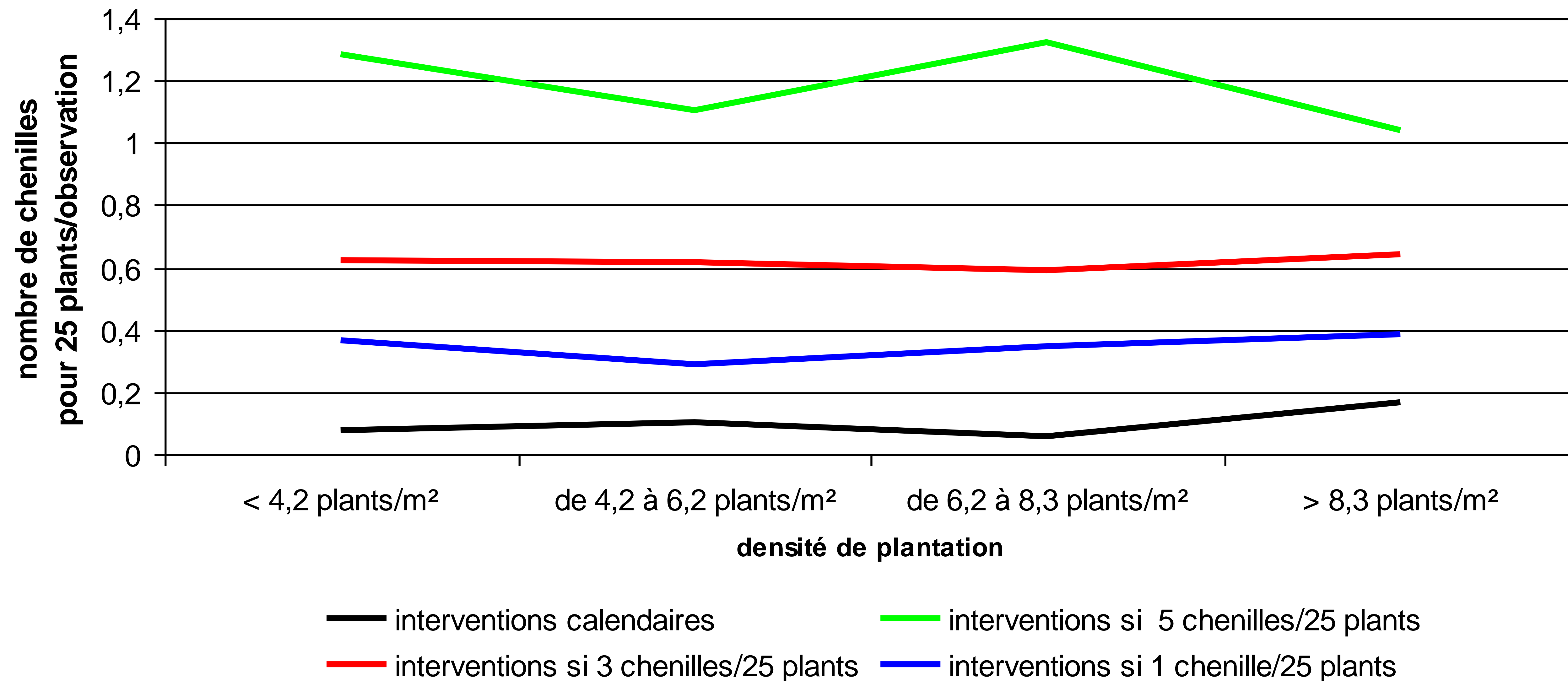
3 % de pertes de production tolérés correspond à l'efficacité moyenne d'une intervention calendaire

en début de cycle les pertes de production sont d'autant plus importantes que la densité de plantation augmente, mais à partir du 87-90^{ième} JAL ce phénomène s'inverse (surtout pour les deux plus faibles densités) alors qu'en général, à partir de cette date, les infestations de chenilles de la capsule sont les plus élevées





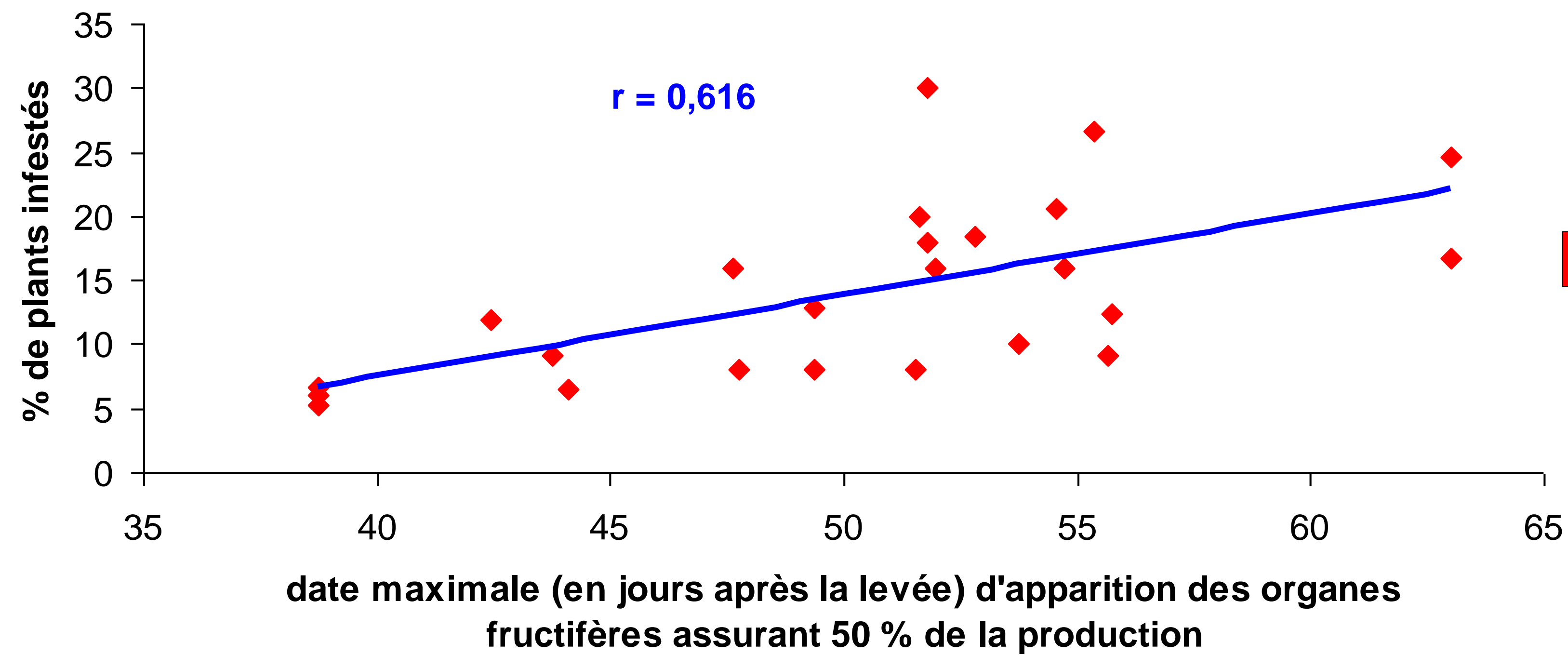
infestation moyenne sur l'ensemble de la campagne



les seuils de 1 ou 3 chenilles/25 plants
sont plus robustes aux variations de densité de plantation



études en cours : mécanismes impliqués dans les effets de la densité de plantation sur les performances productives des programmes d'interventions sur seuil

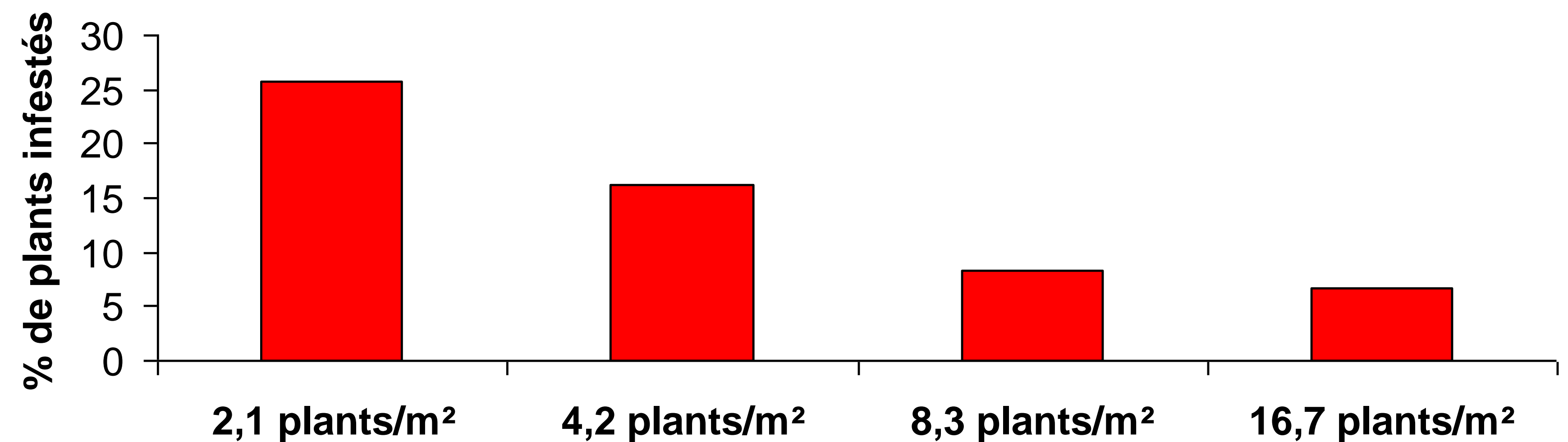


les cotonniers semés denses élaborent plus vite la production et deviennent plus rapidement moins attractifs vis-à-vis des chenilles de la capsule

enfin de campagne (période où les infestations sont élevées)
le taux de plants infestés diminue si la densité augmente
et le taux de plants non infestés est donc plus élevé

des seuils en % de plants infestés plutôt qu'en nombre de chenilles pour un nombre de plants sont peut être plus robustes aux variations de densité de plantation sachant qu'en très grande majorité (69 %) les plants infestés ne le sont que par une seule chenille et au plus 2 chenilles (96 %)

% moyens de plants infestés
(moyenne des d'observations hebdomadaires du 18/9 au 16/10/08)
en conditions non traitées

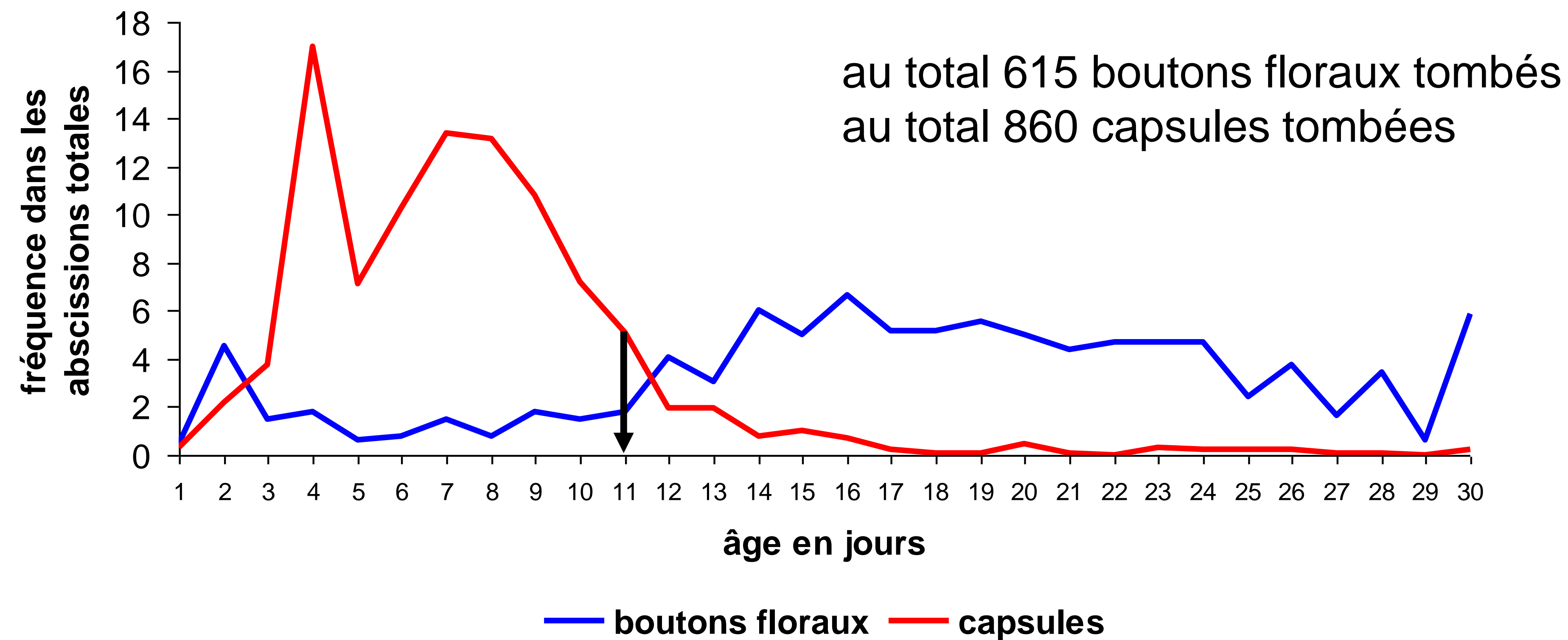




quelques résultats physiologiques utiles sur la sensibilité des organes fructifères à l'abscission pour concevoir des approches de protection

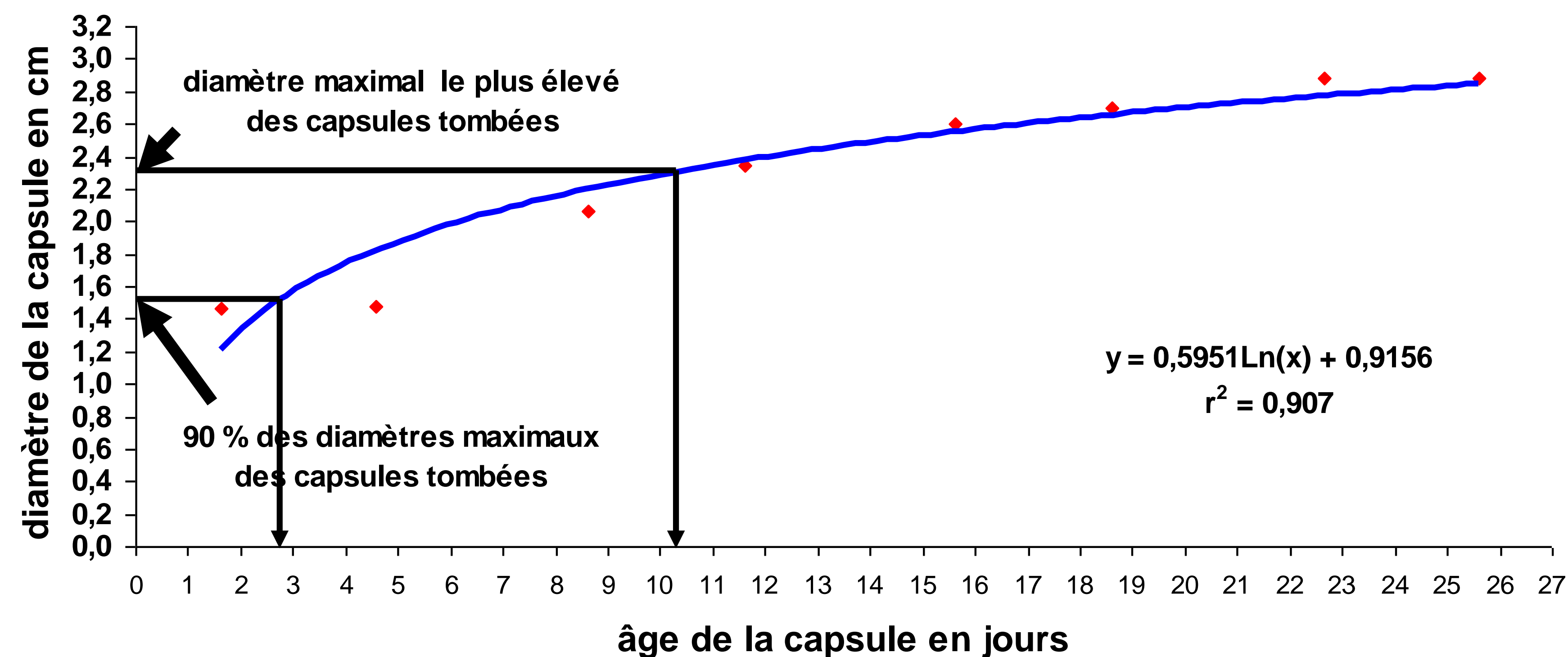


années 2002 et 2003, semis deuxième décade de juin, protection maximale



un bouton floral est sensible à l'abscission
pendant toute la durée de son développement

année 2008, semis deuxième décade de juin, protection maximale

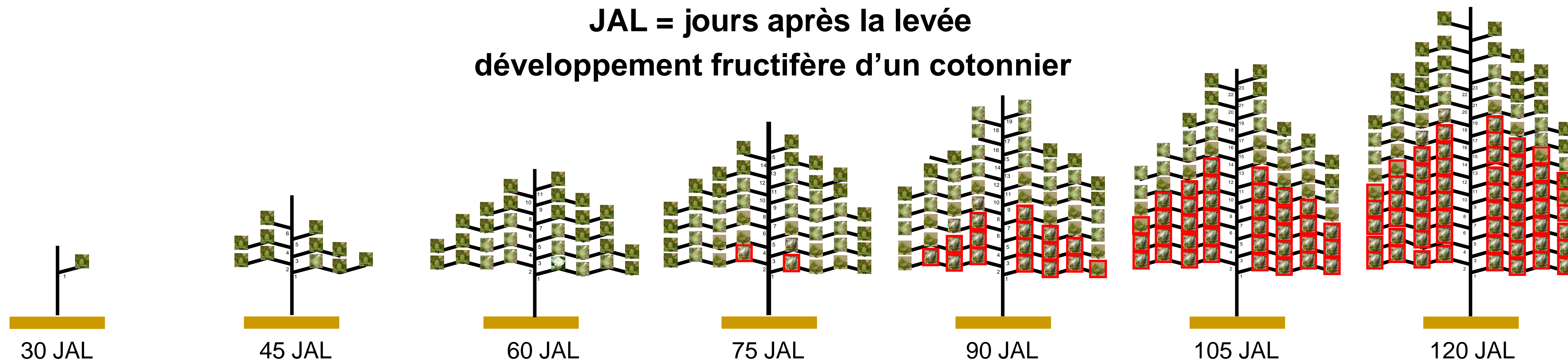


une capsule n'est sensible à l'abscission
que pendant les 10-11 premiers jours
de son développement



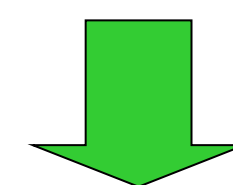
nécessité moduler le seuil d'intervention contre les ravageurs du cotonnier en cours de campagne (1)

JAL = jours après la levée
développement fructifère d'un cotonnier

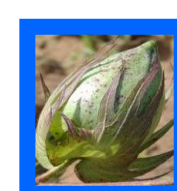


une capsule âgée de 10-11 jours ne peut plus tomber à la suite d'une attaque de ravageur

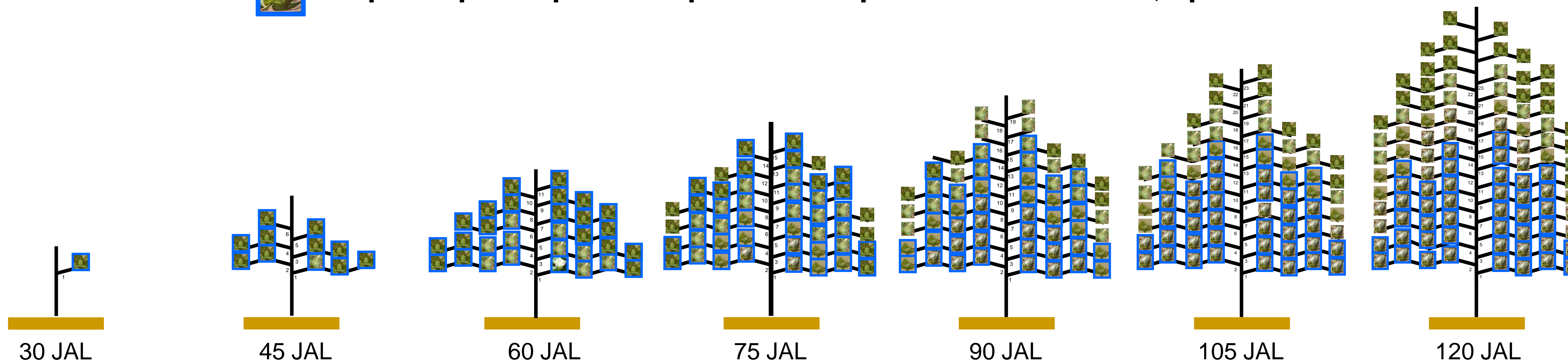
l'abscission (ou chute) des organes fructifères des branches fructifères est la principale cause de pertes de production d'un cotonnier
mais jusqu'au 75^{ième} JAL les organes fructifères apparus sont à 95,6 % sensibles à l'abscission (ou chute)
alors qu'ils procurent 97,6 % des capsules qui donneront du coton graine



on ne peut donc pas garder le même seuil d'intervention contre les chenilles de la capsule du début à la fin de la campagne

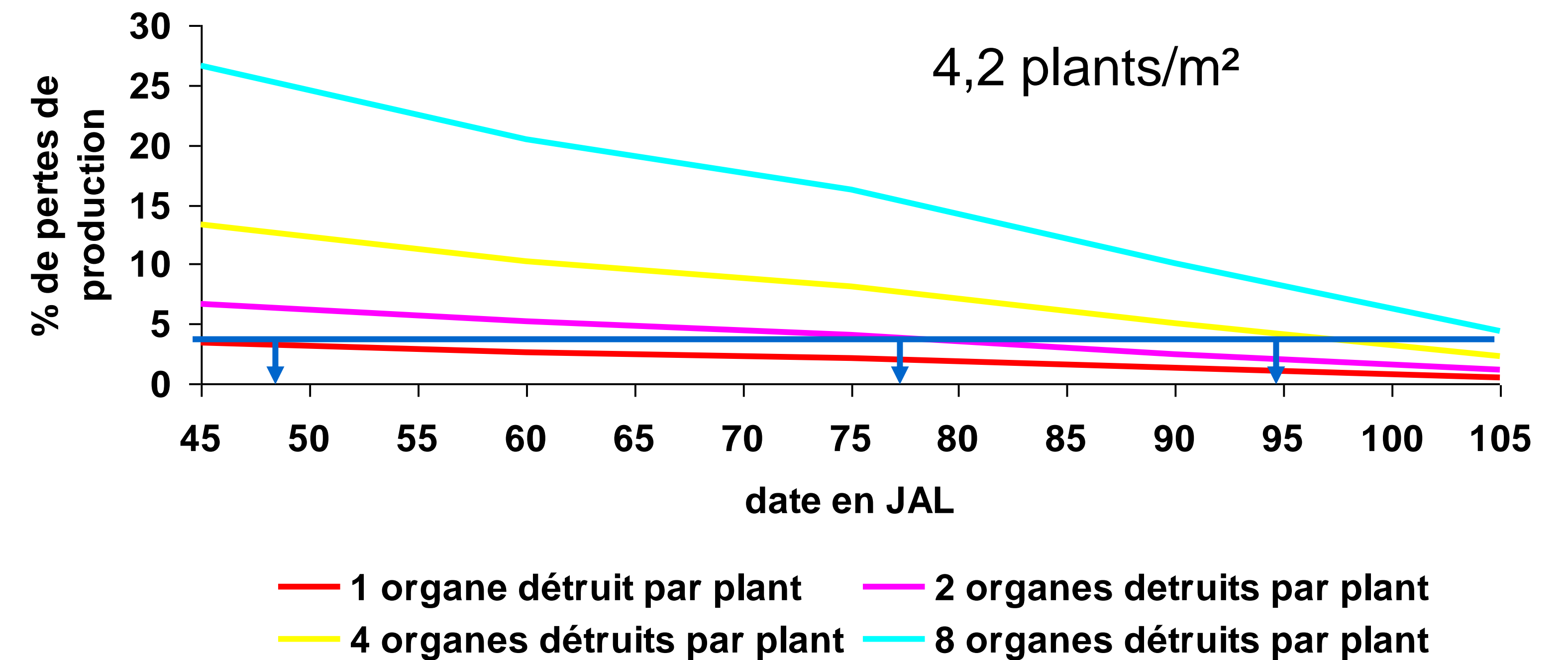
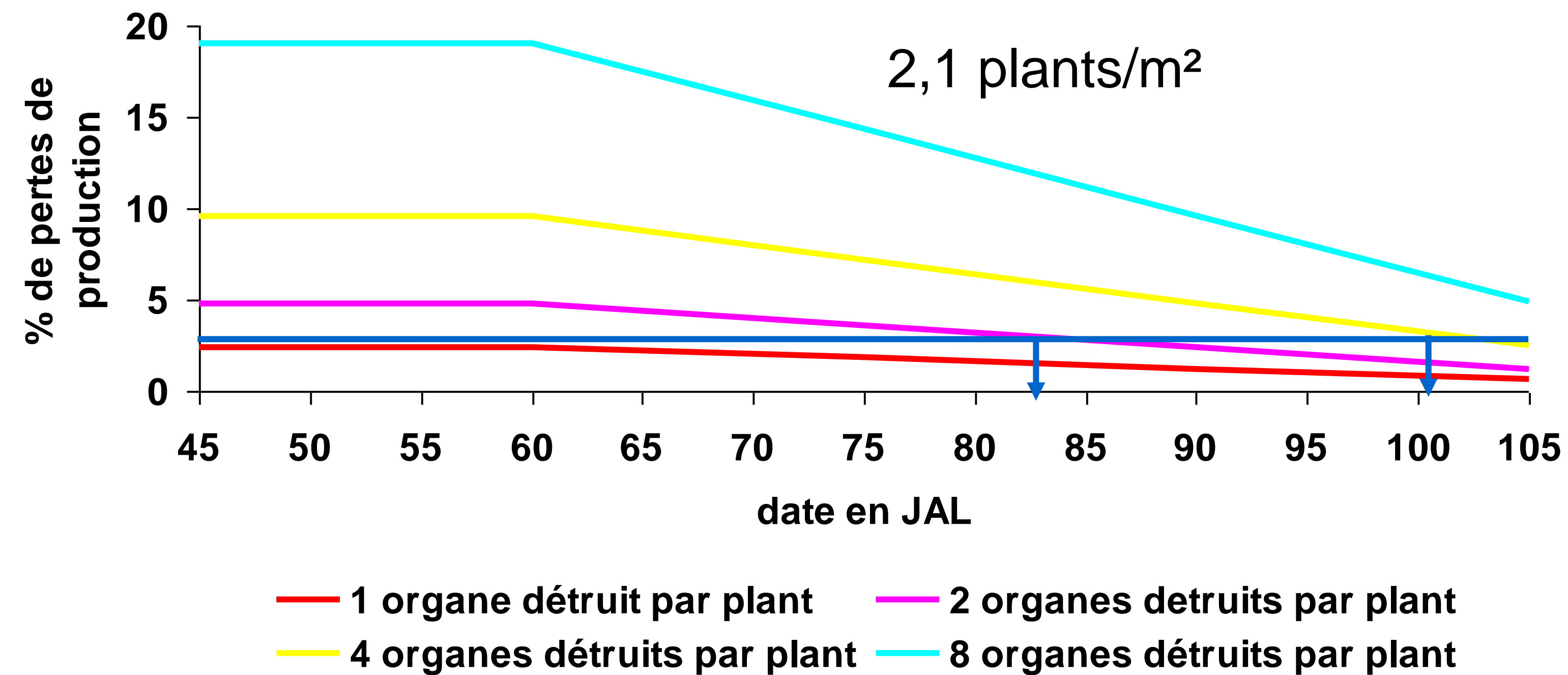


capsule participant à la production pour la densité de 2,1 plants/m²



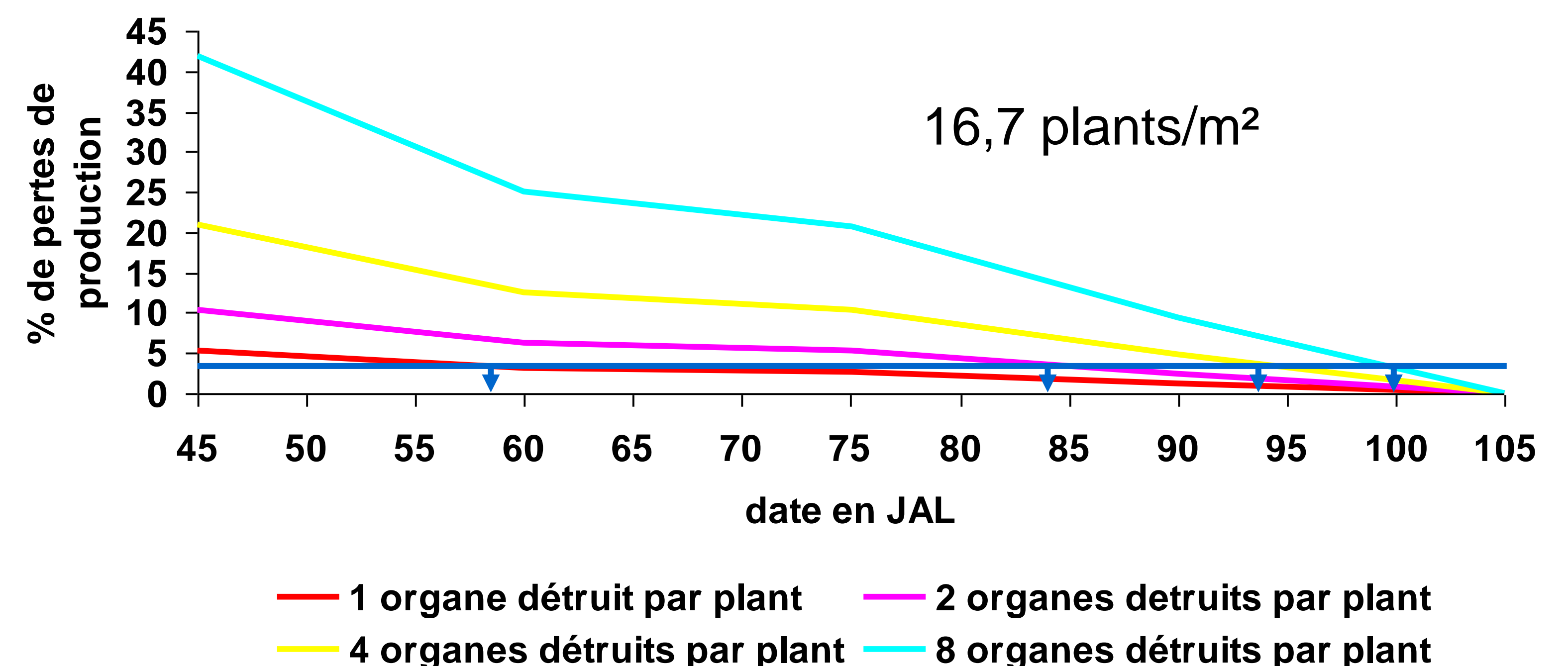
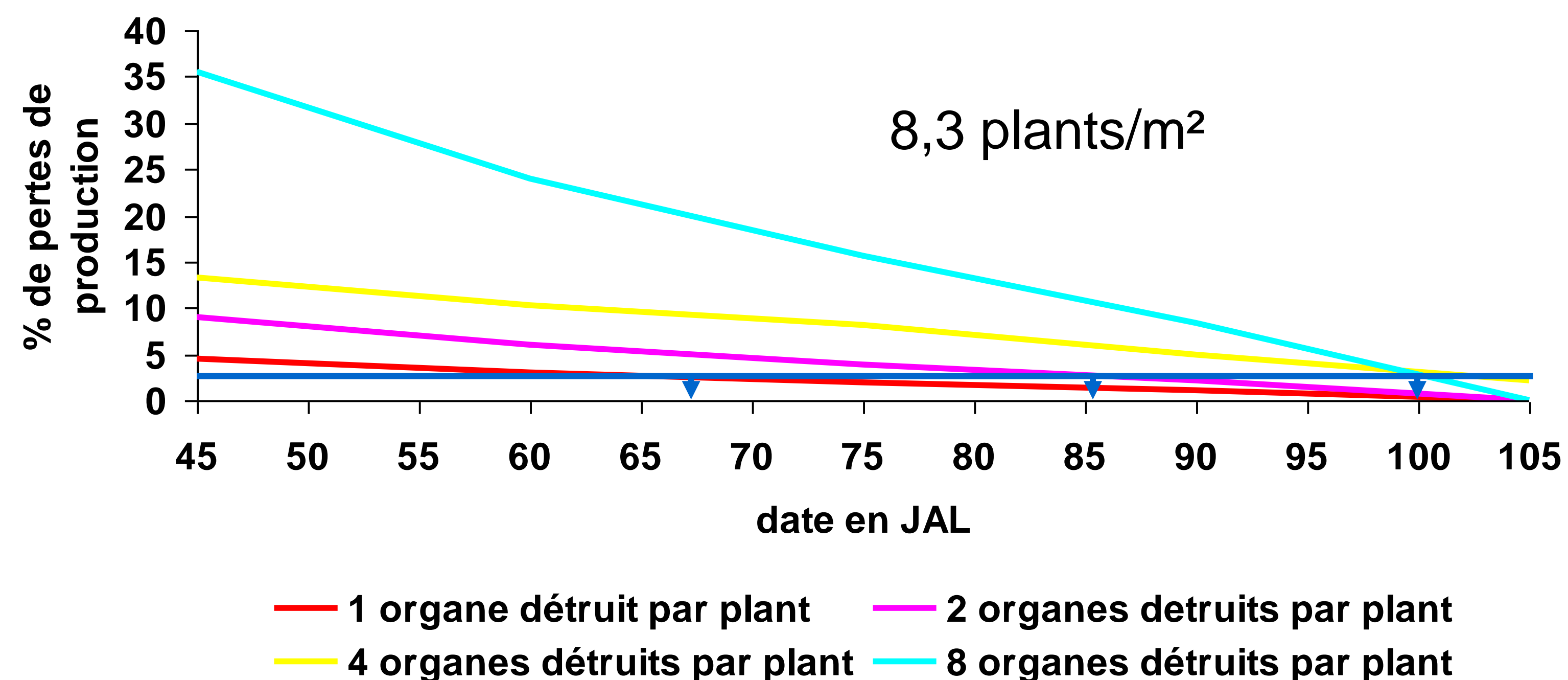


nécessité moduler le seuil d'intervention contre les ravageurs du cotonnier en cours de campagne (2)



3 % de pertes de production tolérés correspond à l'efficacité moyenne d'une intervention calendaire

en fonction de la densité de plantation la modulation sera plus ou moins complexe
à 2,1 plants/m² il faudra considérer 3 périodes; à 4,2 plants/m² et à 8,3 plants/m² 4 périodes; à 16,7 plants/m² 5 périodes
mais il faudra tenir compte de la précocité d'élaboration de la production lorsque la densité de plantation augmente
qui diminuera le nombre de périodes



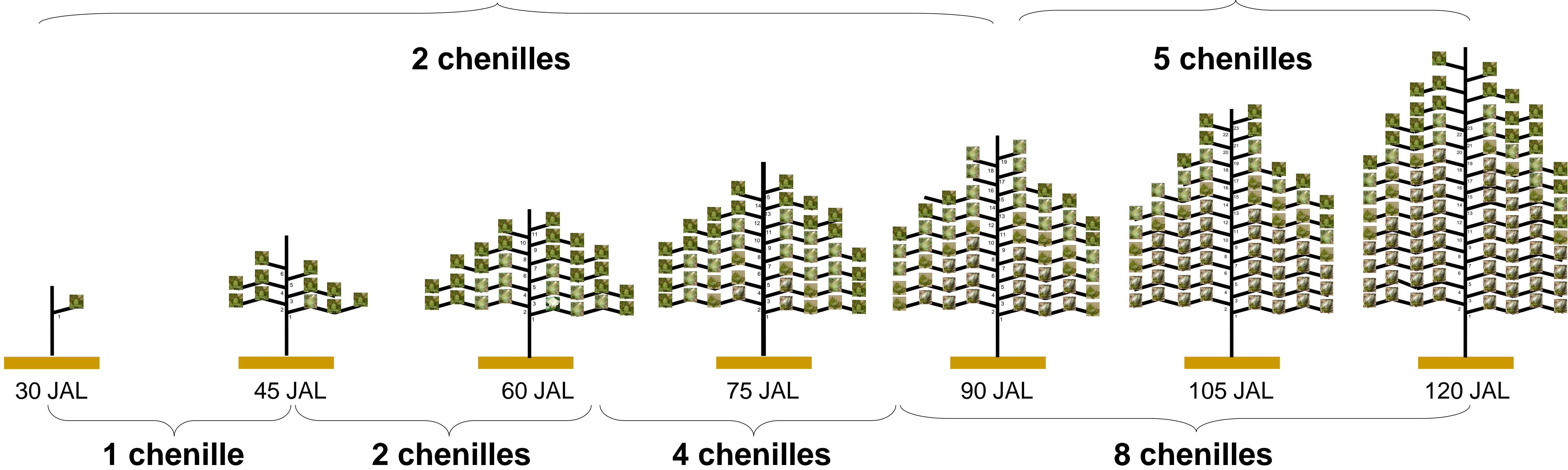


premiers résultats de modulations du seuil d'intervention contre les chenilles de la capsule en cours de campagne (1)



	moyennes de 5 études de 2002 à 2006		
	rendement en kg/ha	nombre de traitements	marge en F CFA/ha
programme d'interventions calendaires	1 357	6,0 b	222 706 b
interventions sur seuil de 5 chenilles	1 303	0,0 a	260 298 a
interventions sur seuil de 2 puis 5 chenilles	1 298	0,5 a	255 983 a

observation sur 25 plants



	moyennes de 4 études de 2006 à 2008		
	rendement en kg/ha	nombre de traitements	marge en F CFA/ha
programme d'interventions calendaires	1 228	6,0 b	196 898
interventions sur seuil de 5 chenilles	1 201	0,9 a	233 320
interventions sur seuil de 1 puis 2, puis 4 et 8 chenilles	1 238	0,9 a	240 586

ces modulations peuvent augmenter très faiblement le nombre d'interventions
mais ne réduisent pas significativement les produits diminués des coûts de protection
qui sont par contre significativement supérieurs à ceux des traitements calendaires
(à 1,0 % dans la première série d'études et à 3,0 % dans la deuxième série d'études)



premiers résultats de modulations du seuil d'intervention contre les chenilles de la capsule en cours de campagne (2)



analyses de regroupement de 4 études conduites en 2008

	nombre de traitements/ha			
	avant le 45 JAL	entre 45 et 65 JAL	entre 65 et 85 JAL	après le 85 JAL
traitements calendaires	0,0	2,0 c	1,0 d	3,0 b
traitement sur seuil 5 chenilles pour 25 plants	0,0	0,0 a	0,1 a	1,0 a
traitement sur seuil 3 chenilles pour 25 plants	0,0	0,1 a	0,6 c	0,9 a
traitement sur seuil 1 chenille pour 25 plants	0,1	0,6 b	0,5 b	0,9 a
F programme	non	969,21	77,83	295,50
signification en %	analysé	0,0	0,0	0,0
F interaction programmes x études		0,54	0,61	1,19
signification en %		84,6	78,5	30,5

	nombre de chenilles de la capsule / 100 plants / observation			
	avant le 45 JAL	entre 45 et 65 JAL	entre 65 et 85 JAL	après le 85 JAL
traitements calendaires	0,2	1,6	0,2 a	0,1 a
traitement sur seuil 5 chenilles pour 25 plants	0,2	1,9	9,3 d	6,4 c
traitement sur seuil 3 chenilles pour 25 plants	0,1	1,9	7,2 c	2,4 b
traitement sur seuil 1 chenille pour 25 plants	0,2	1,3	2,0 b	1,8 b
F programmes	0,45	1,65	135,37	60,62
signification en %	72,3	24,6	0,0	0,0
F interaction programmes x études	0,57	1,43	1,00	3,57
signification en %	82,2	18,1	44,3	0,1

en termes d'efficacité par rapport au nombre d'applications on pourrait adopter
le seuil de 1 chenille / 25 plants jusqu'au 85^{ième} JAL
et
le seuil de 3 chenilles / 25 plants au-delà du 85^{ième} JAL

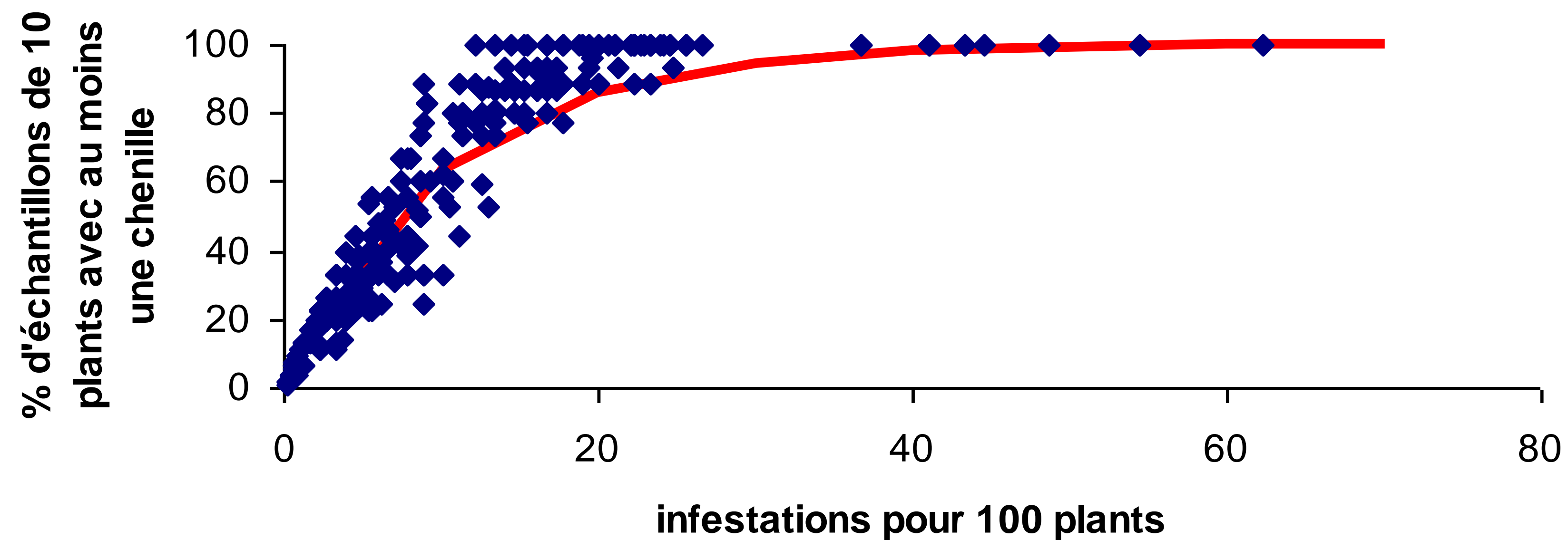


élaboration d'une simplification de la règle d'intervention contre les chenilles de la capsule dans le programme d'interventions sur seuil



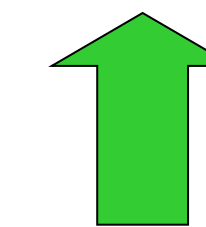
les producteurs sont plus sensibles à la présence des ravageurs
qu'à leur densité au sein de la culture

distribution spatiale des chenilles de la capsule



sur la base de la présence d'une seule chenille de la capsule pour décider d'une intervention insecticide
on peut alors n'observer que

12 plants (seuil opérationnel)
ou
9 plants (seuil réel)



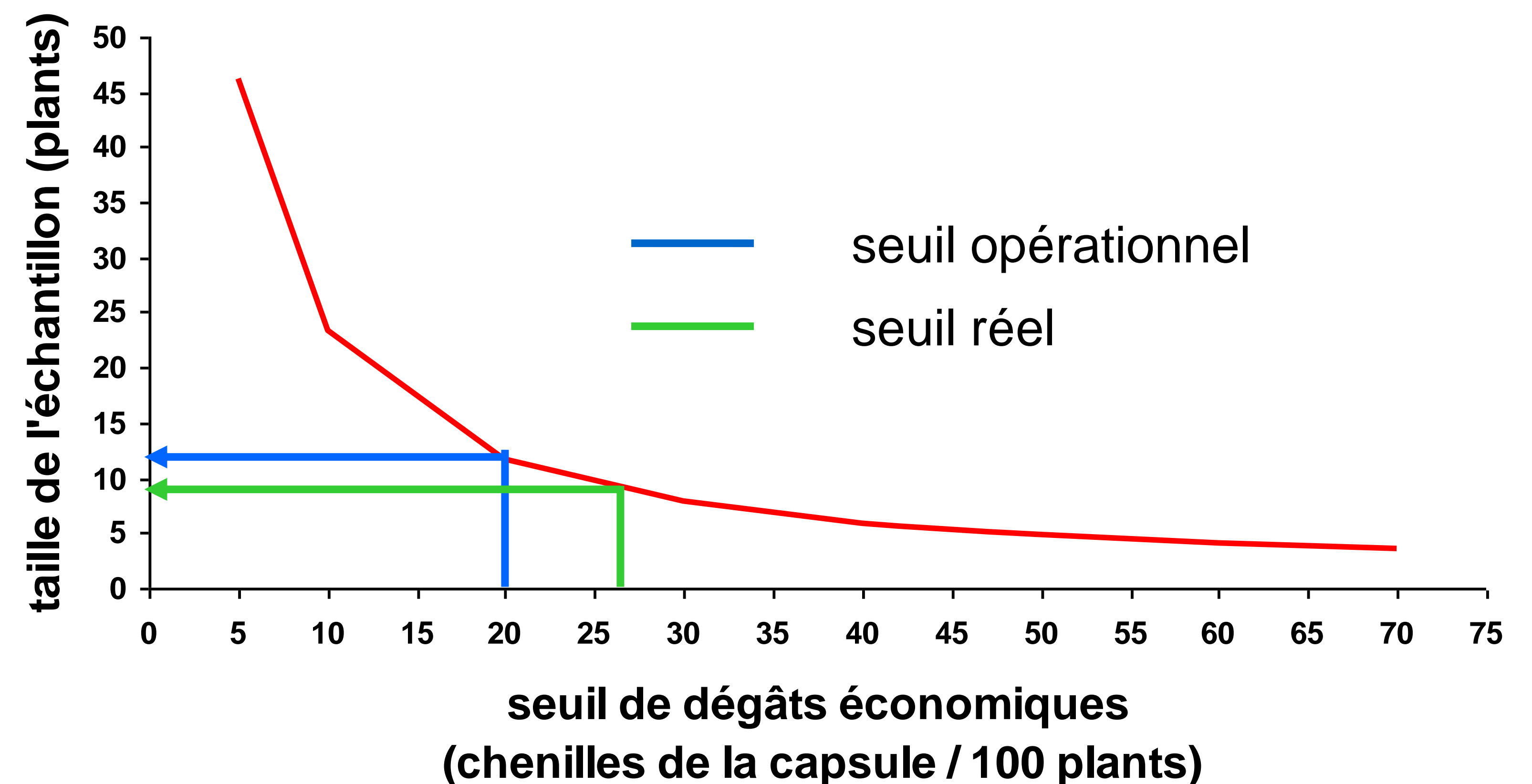
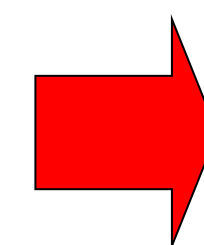
à partir de cette distribution binomiale négative on peut alors déterminer pour un seuil d'intervention donné le nombre de plants à observer pour que le risque de ne pas intervenir alors qu'il l'aurait fallu soit de 10 %, en se basant sur l'absence de ravageurs

$$n = \frac{1}{k} \cdot \frac{\text{Log}(0.1)}{\text{Log}\left(\frac{k}{k + \mu_0}\right)}$$

n = nombre de plants à observer

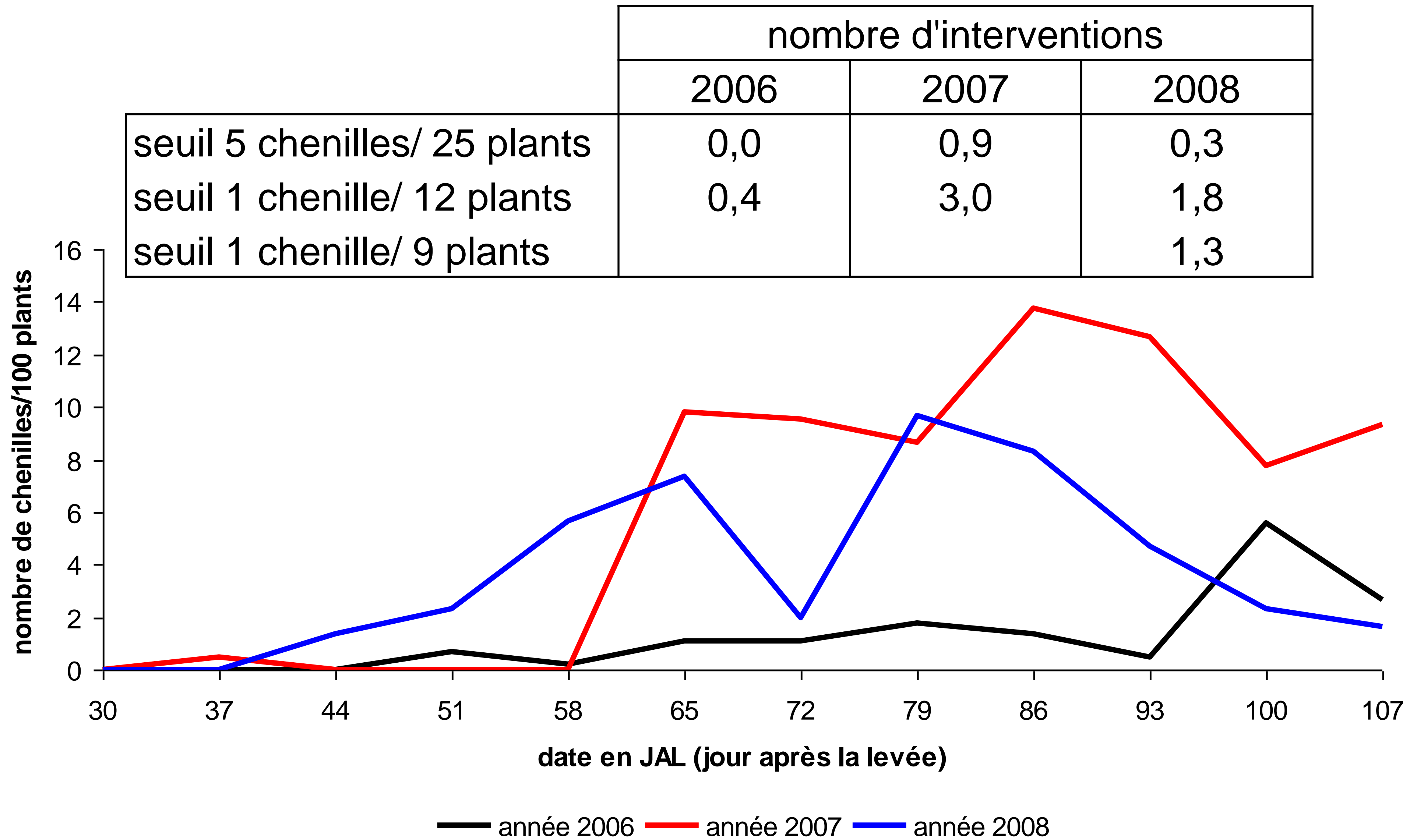
k = paramètre de la distribution binomiale négative

μ_0 = seuil d'intervention





résultats des simplifications de la règle d'intervention
 contre les chenilles de la capsule dans le programme d'interventions sur seuil



lorsque les infestations sont fortes ces simplifications entraînent la réalisation d'un plus grand nombre d'interventions qui se répercute sur les produits diminués des coûts de protection

toutefois ces simplifications peuvent répondre aux souhaits de certains producteurs ne voulant pas prendre trop de risques au niveau de leur culture

d'autre part elles réduisent le temps d'observation puisque le nombre de plants observés est plus faible et que l'observation est arrêtée dès l'observation d'une chenille

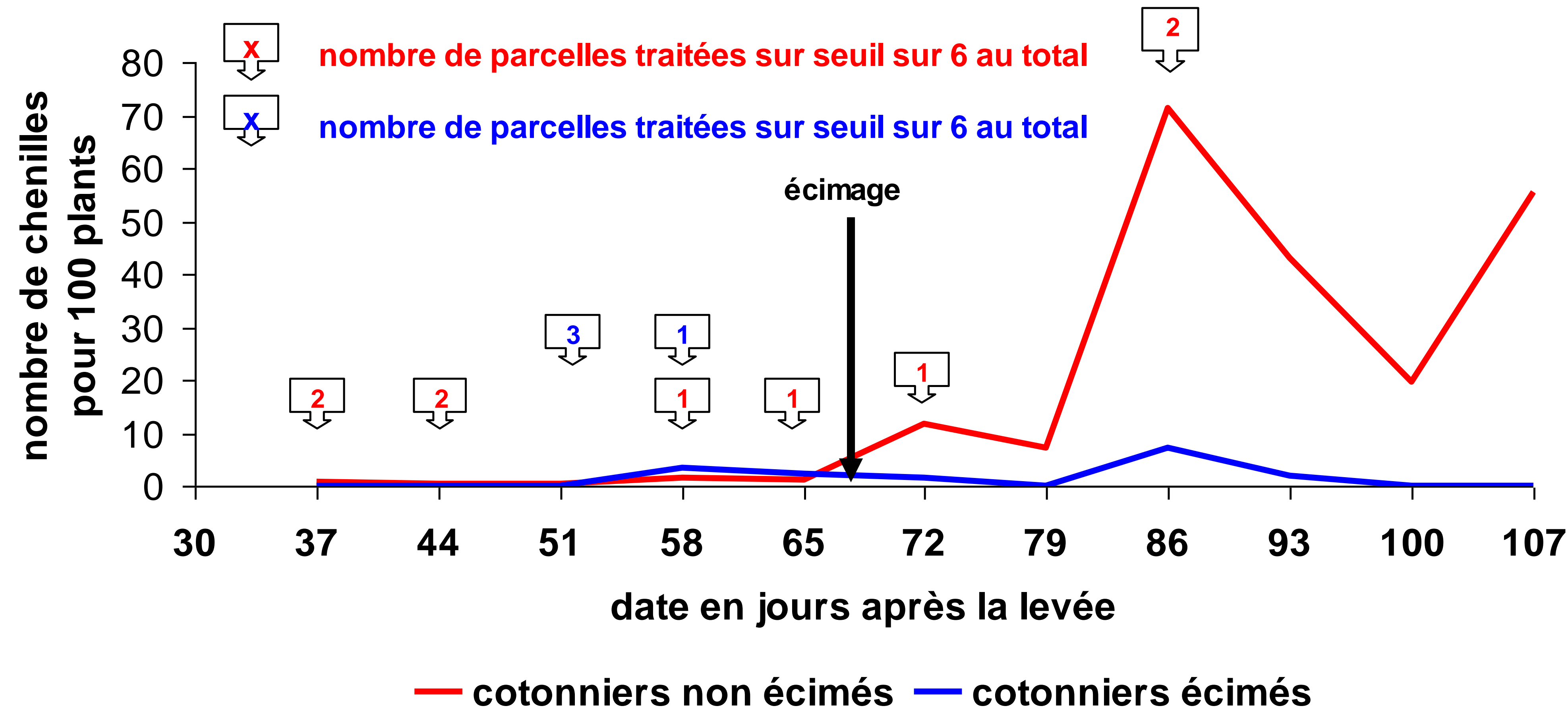
enfin elles sont probablement plus compréhensible par les producteurs et par leur simplicité peuvent faciliter la formation des producteurs et l'adoption des traitements sur seuil

	de 2006 à 2008			2008		
	rendement en kg/ha	traitement par ha	marge en F CFA/ha	rendement en kg/ha	traitement par ha	marge en F CFA/ha
seuil 5 chenilles/ 25 plants	1 272	0,4 a	250974 a	913	0,3 a	179 850
seuil 1 chenille/ 12 plants	1 227	1,8 b	231195 b			
seuil 1 chenille/ 9 plants				870	1,3 b	163 149
signification des programmes en %	9,6	10,6	0,2	36,3	0,2	8,3
signification interaction étude en %	91,4	0,0	99,0			



intérêt de l'association de l'écimage à des interventions sur seuil

année 2007



année 2008

	nombre de traitements/ha		
	pendant toute la campagne	avant l'écimage	après l'écimage
interventions calendaires	6,0 b	2,0	4,0 b
interventions sur seuil	0,8 a	0,7	0,1 a

l'écimage des cotonniers permet de réduire le nombre d'interventions sur seuil après sa réalisation

et

permettra d'augmenter encore les performances économiques des programmes d'interventions sur seuil



nouveaux axes de recherche et de développement à propos des programmes d'interventions sur seuil



1) simplification des règles de décision (recherche)

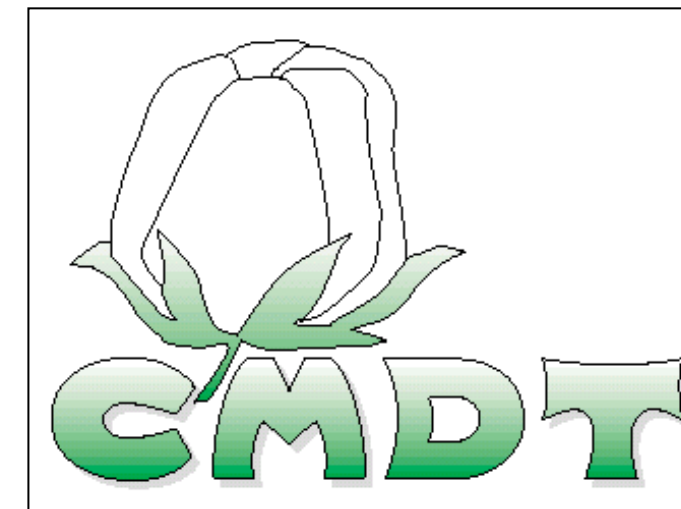
limitation des ravageurs pris en compte aux seuls ravageurs réellement nuisibles
élaboration de règles plus simples pour certains ravageurs

2) amélioration des performances productives et économiques (recherche)

révision de certains seuils (aleurodes)
établir des seuils robustes aux variations de densité de plantation (% de plants infestés ou autre)
modulation simple des seuils au cours de la campagne vis-à-vis de certains ravageurs
intégration de pratiques culturales bénéfiques (écimage, caractères variétaux, densité, plante piège)
intervention dirigée vers les stades les plus sensibles pour réduire les doses d'insecticide
prise en compte des nuisibilités différentes de chaque ravageur au sein d'un même groupe (*H. armigera*)
prise en compte d'autres ravageurs potentiels (jassides)
gestion de l'espace cultivé (pas uniquement en cotonniers) pour réduire les infestations de ravageurs
recherche de formulations moins coûteuses et plus spécifiques d'action
recherche de la meilleure échelle de prise de décision pour un ensemble de producteurs

3) aspects logistiques liés à la diffusion des interventions sur seuil (développement)

disponibilité à tout moment de la formulation insecticide nécessaire
gestion adaptée des stocks et des commandes (le nombre d'applications étant variable)



CONCLUSIONS À PROPOS DES RÉSULTATS DE DÉVELOPPEMENT ET DE RECHERCHE SUR LES PROGRAMMES D'INTERVENTIONS SUR SEUIL

sur des superficies significatives
avec en moyenne
69 % d'économies d'insecticides
et 8 % d'augmentation du produit diminué des coûts de protection
11 % si on tient compte du coûts des engrais actuellement apportés par les producteurs

les programmes d'interventions sur seuil

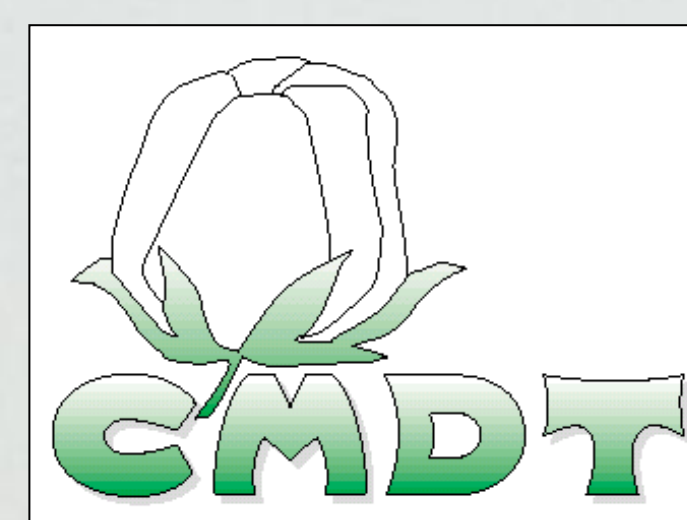
garantissent un niveau de production satisfaisant et des marges plus élevées
assurent une gestion durable des ravageurs
préservent mieux l'environnement
diminuent les risques en santé humaine

existe-t-il une autre innovation technique plus performante actuellement ?

les recherches actuelles tentent principalement

d'améliorer ses performances productives (pour augmenter les gains des producteurs)
de lui associer d'autres mesures de protection (pour augmenter encore les économies d'insecticides et les gains des producteurs)
de simplifier les règles de décision (pour une adoption plus facile, une diffusion plus rapide et réduction les couts de formation)

des solutions dans ces domaines peuvent déjà être proposées aux producteurs



RÉSULTATS DE RECHERCHE À PROPOS DE L'ÉCIMAGE DES COTONNIERS





la technique d'écimage des cotonniers en cours de campagne au Mali



les différentes étapes de l'écimage manuel des cotonniers

pincement du sommet de la tige



section du sommet de la tige



cotonnier écimé

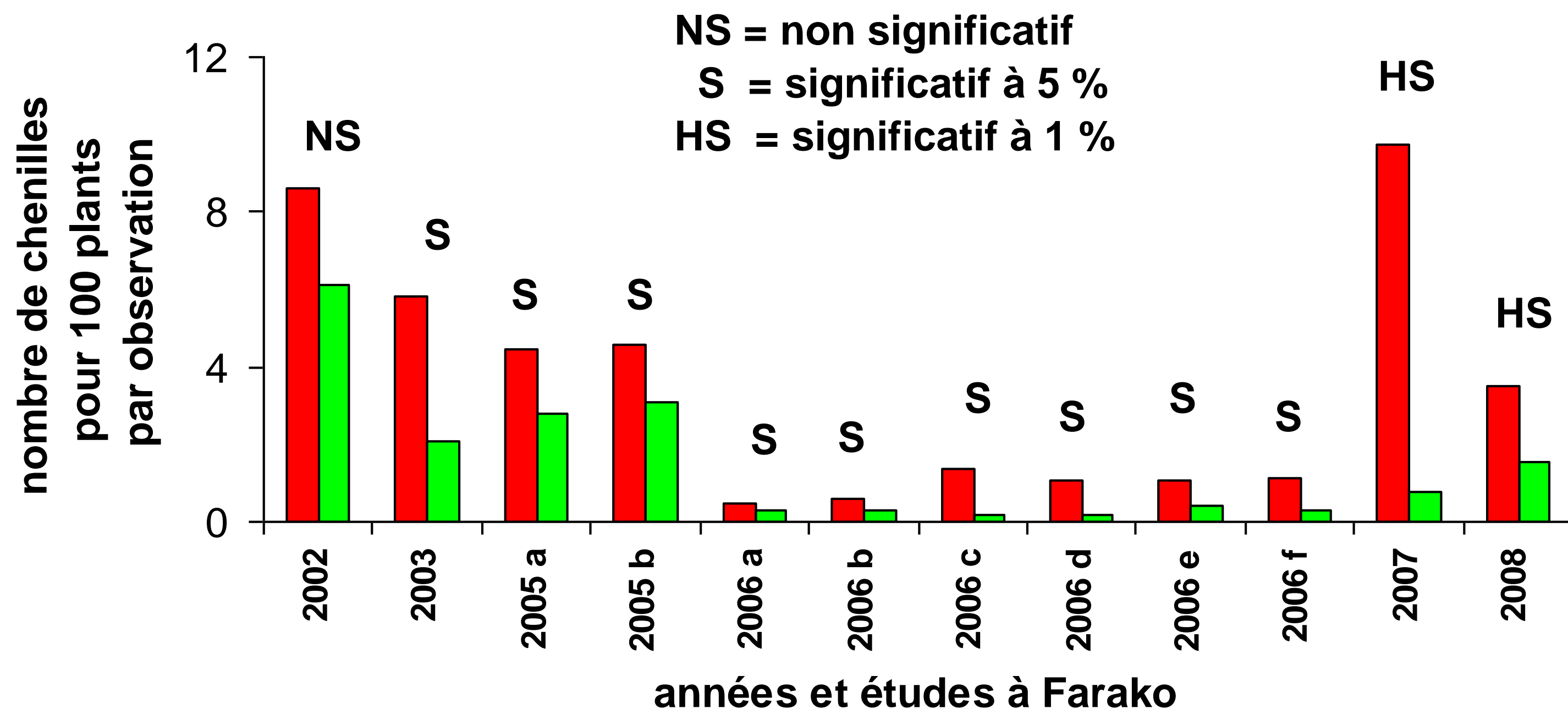




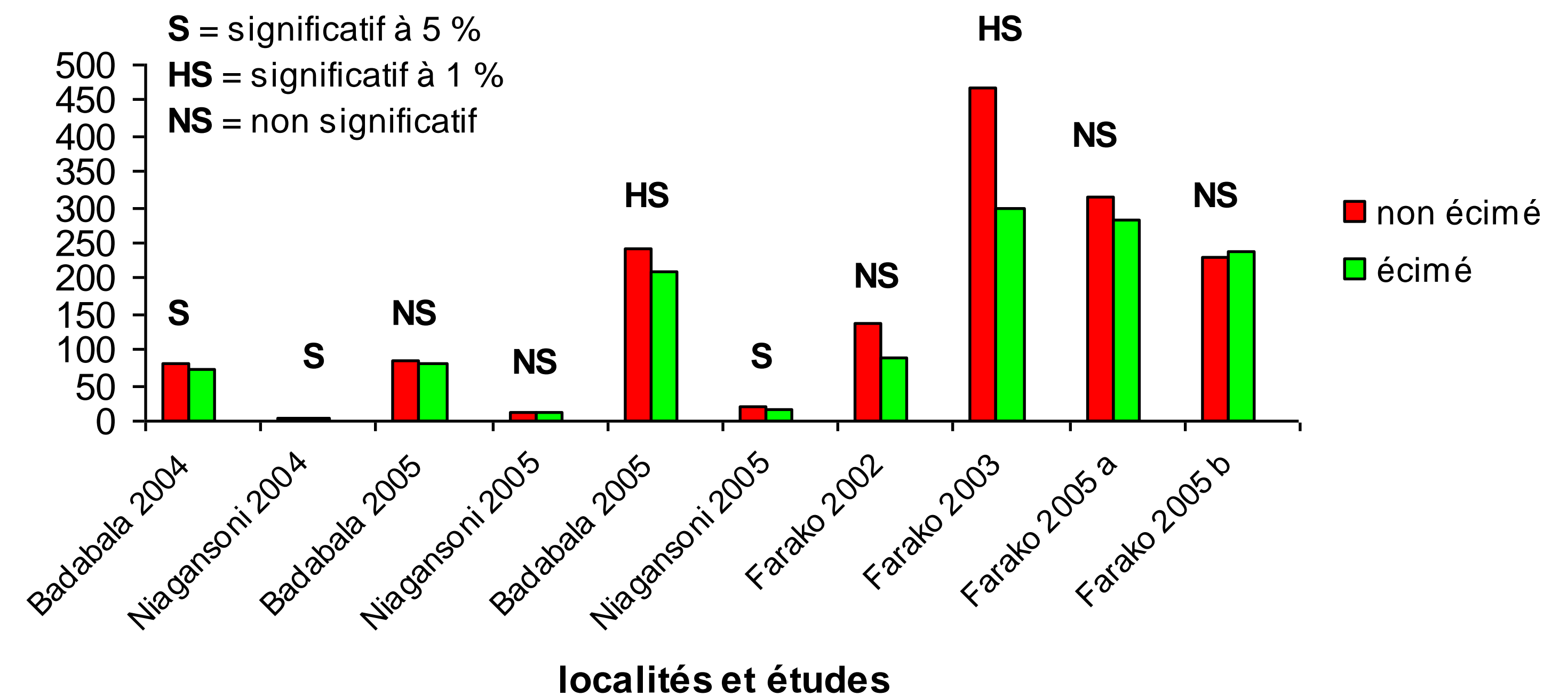
effets biologiques de l'écimage des cotonniers en cours de campagne au Mali



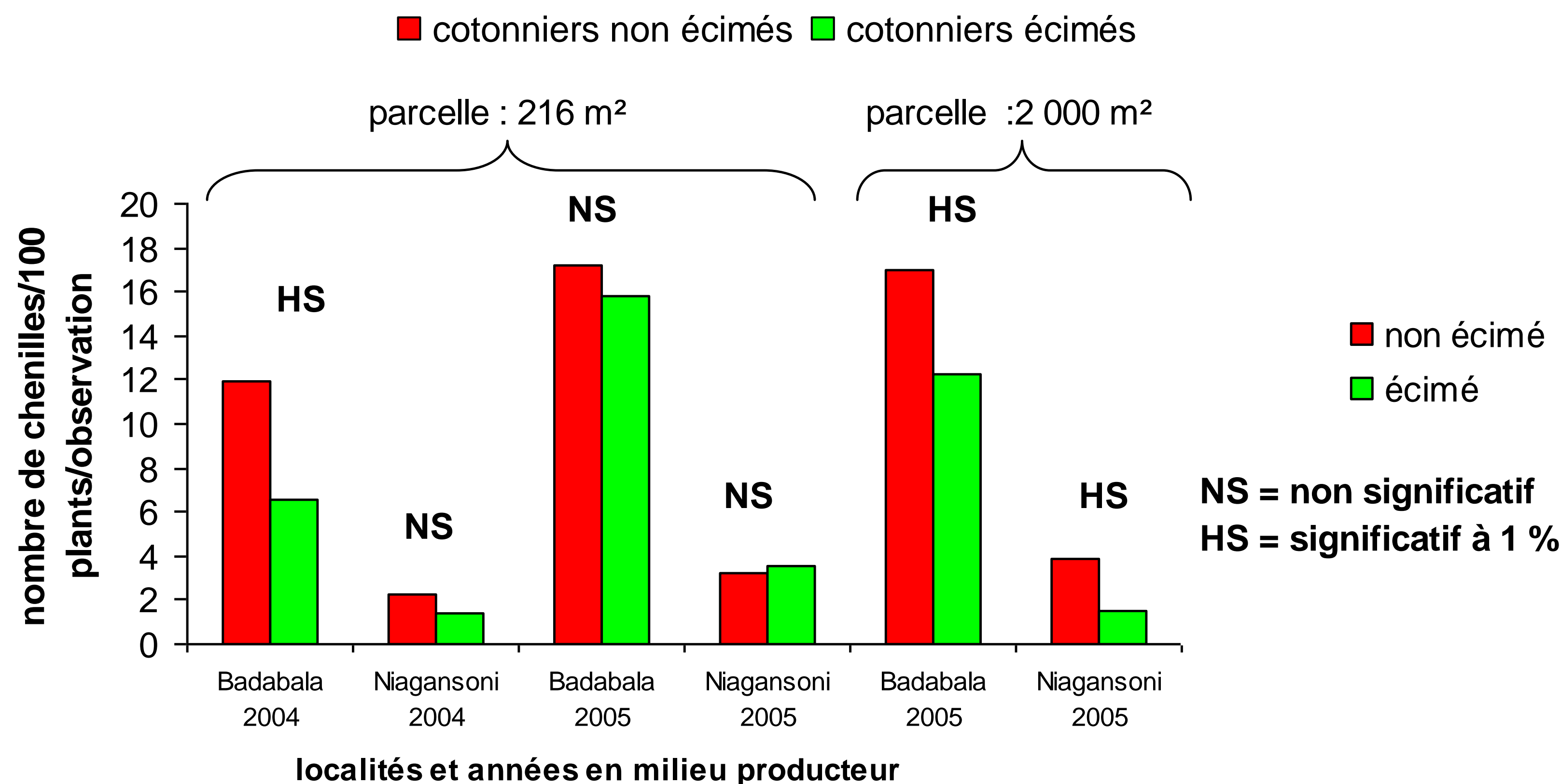
effets de l'écimage sur les infestations de chenilles de la capsule



nombre cumulé d'organes tombés et troués pour 100 m²



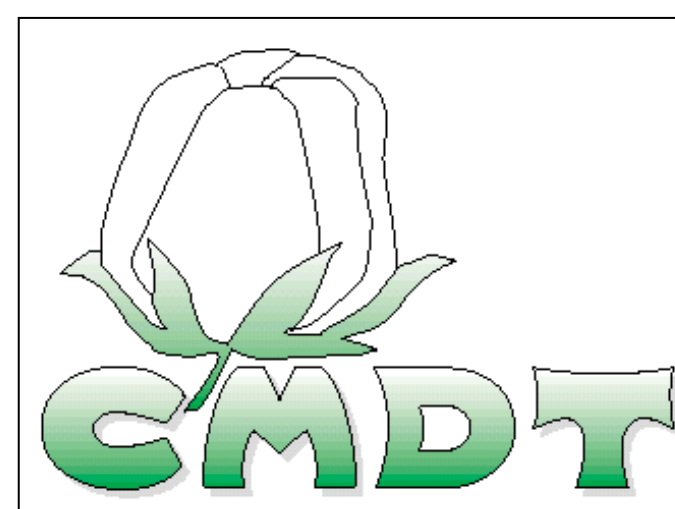
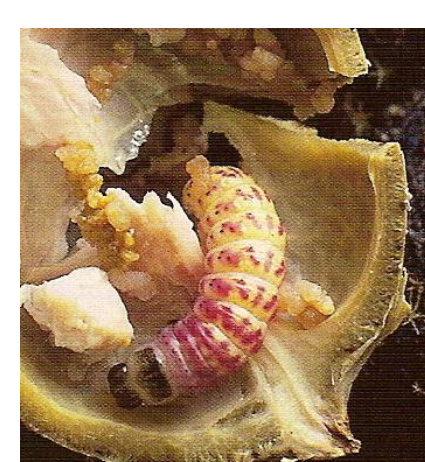
effets de l'écimage sur les dégâts des chenilles de la capsule



Helicoverpa armigera

Earias

Diparopsis watersi



après sa réalisation l'écimage réduit
les infestations de chenilles de la capsule et leurs dégâts

conséquences

meilleure gestion de la résistance aux insecticides des populations de chenilles de la capsule car celles exposées aux applications insecticides de fin de campagne sur cotonniers compteront moins d'individus (dilution des gènes de résistance)

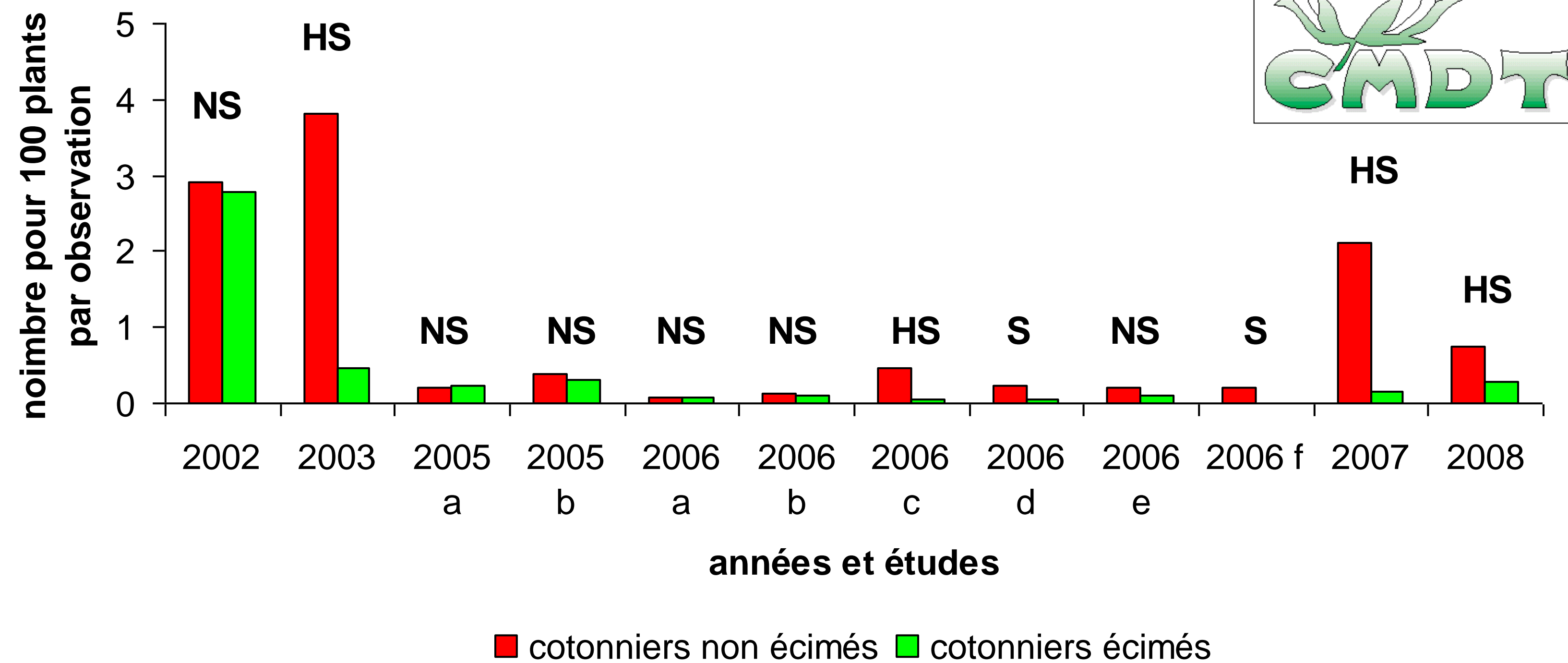
suppression possible des interventions en fin de campagne en particulier s'il s'agit d'interventions sur seuil car les niveaux d'infestations seront plus faibles



effets de l'écimage des cotonniers en cours de campagne au Mali sur les infestations de *Diparopsis watersi* (Rotschild)

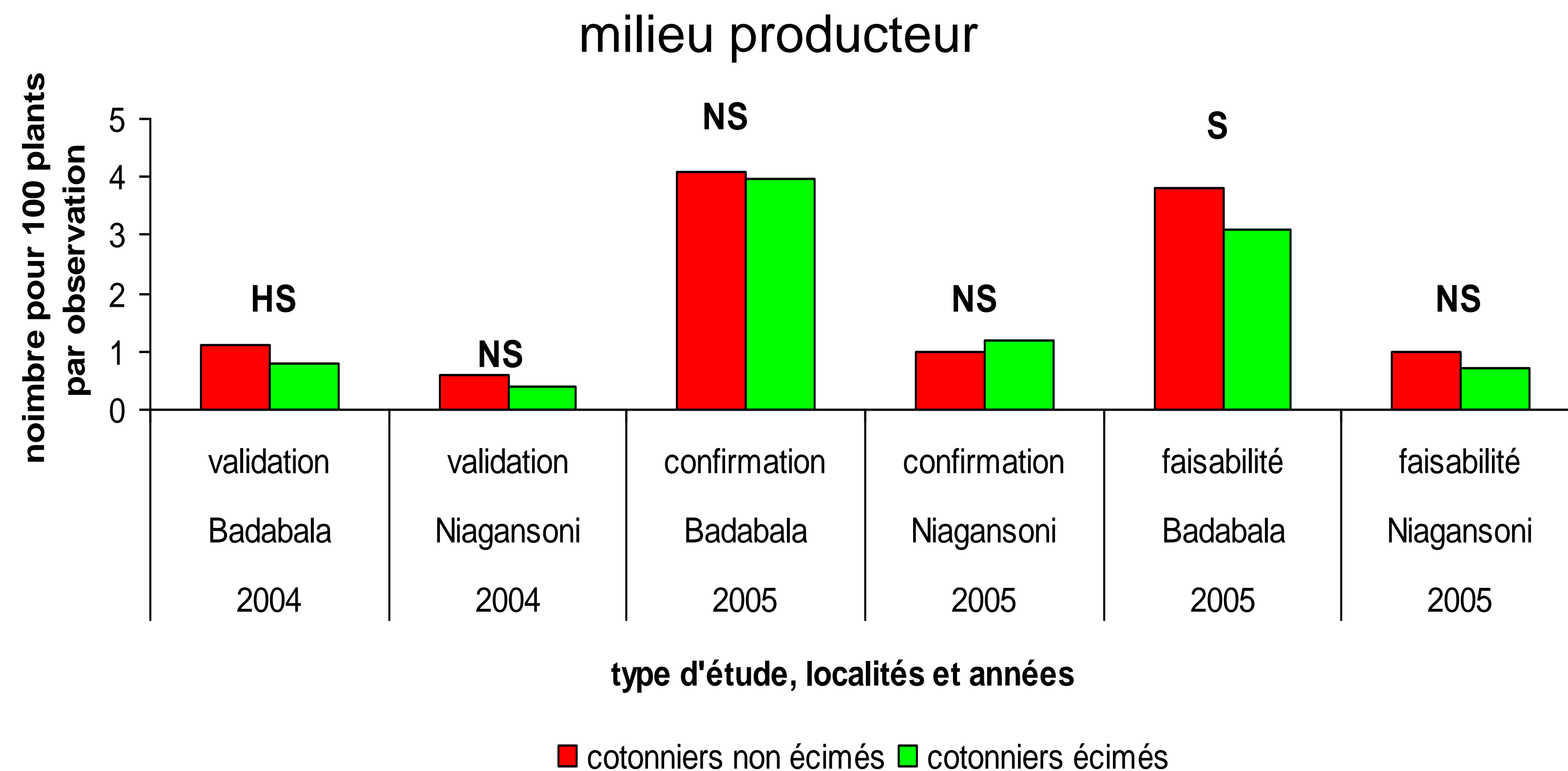


sous station de Farako



NS = non significatif S = significatif à 5 % HS = significatif à 1 %

analyse des moyennes des études



cotonniers non écimés : 1,29 chenilles/100 plants/observation **b**
cotonniers écimés : 0,82 chenilles/100 plants/observation **a**
F = 5,41 significatif à 3,1 %

10 études non significatives à 5 %
mais 7 études en faveur de l'écimage

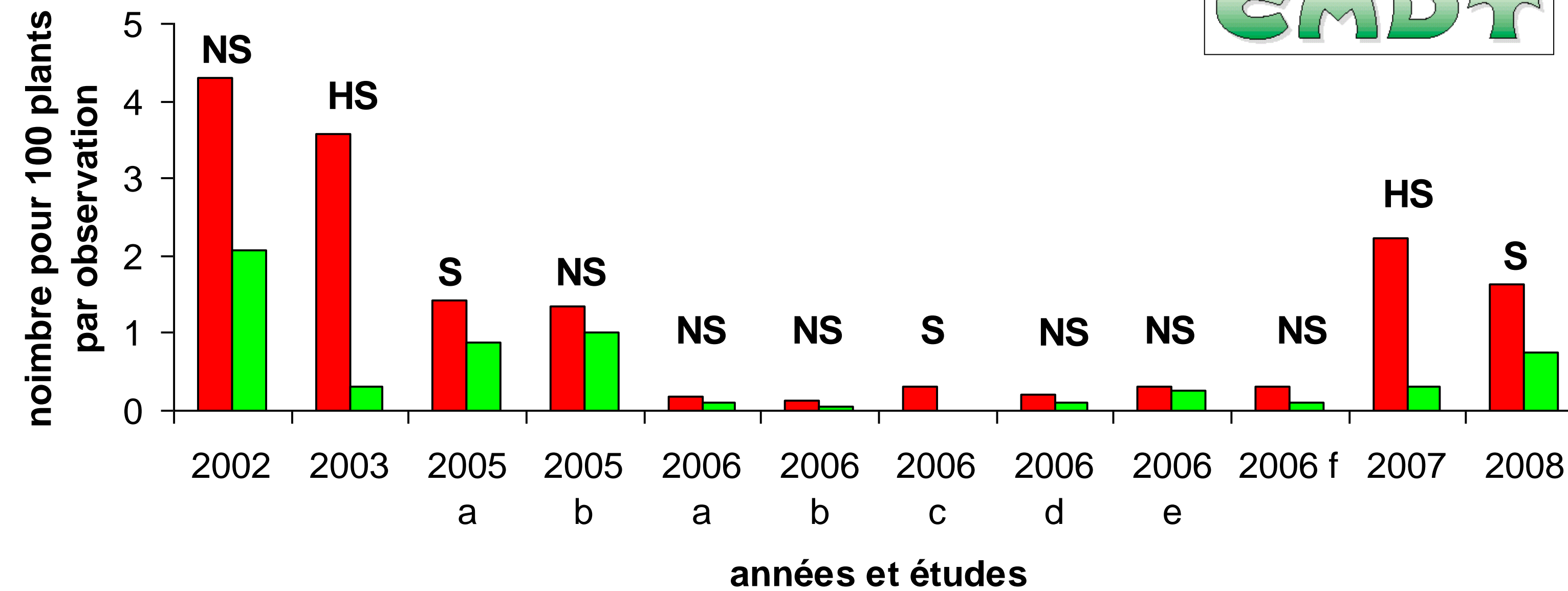
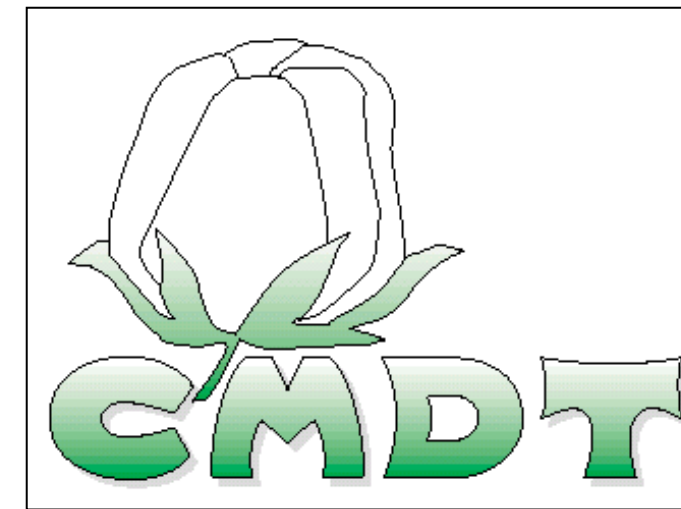
3 études significatives à 5 %
5 études significatives à 1 %

effet non encore mentionné dans la littérature



effets de l'écimage des cotonniers en cours de campagne au Mali sur les infestations d' *Earias* sp

sous station de Farako



■ cotonniers non écimés ■ cotonniers écimés

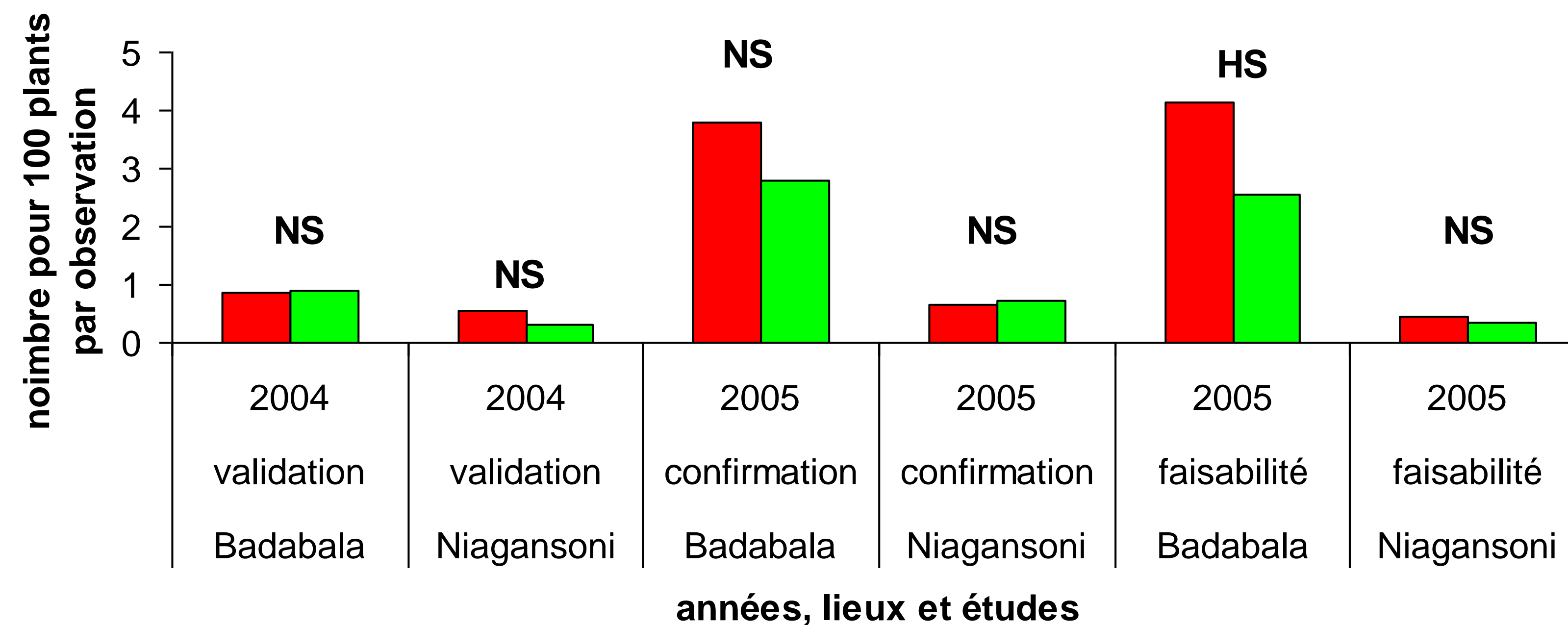


analyse des moyennes des études

NS = non significatif S = significatif à 5 % HS = significatif à 1 %

cotonniers non écimés : 1,47 chenilles/100 plants/observation **b**
cotonniers écimés : 0,75 chenilles/100 plants/observation **a**
F = 10,45 significatif à 0,5 %

milieu producteur



■ cotonniers non écimés ■ cotonniers écimés

12 études non significatives à 5 %
mais 10 études en faveur de l'écimage

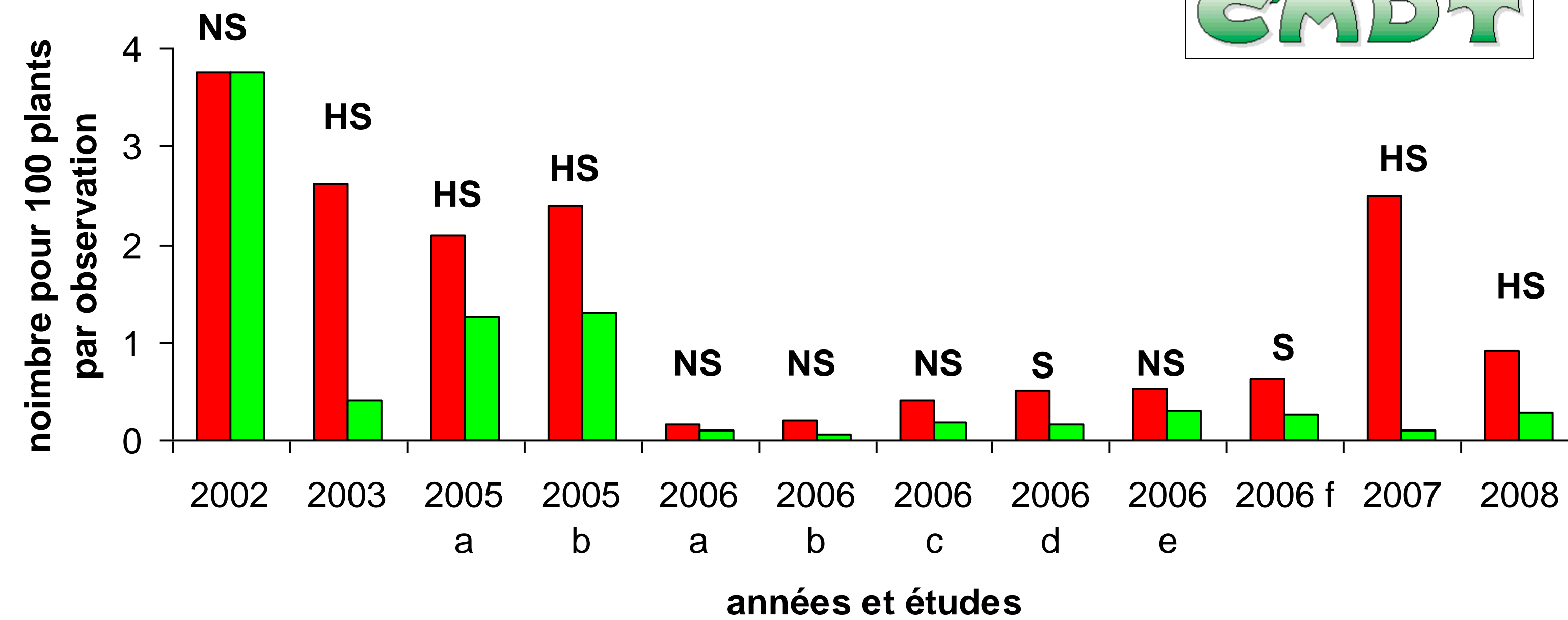
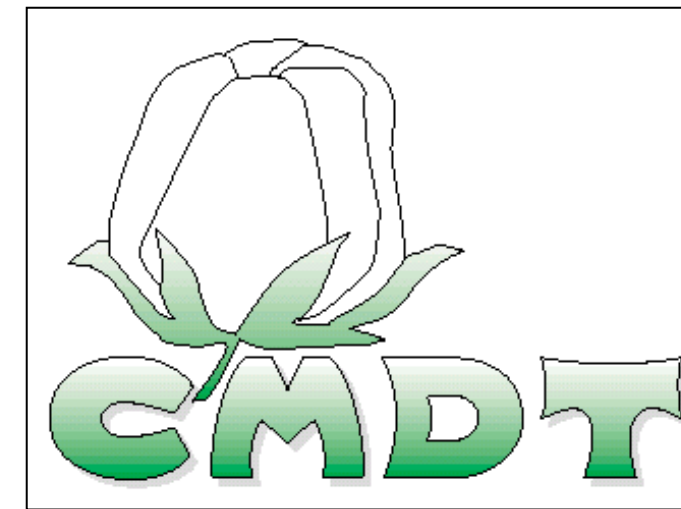
3 études significatives à 5 %
3 études significatives à 1 %



effets de l'écimage des cotonniers en cours de campagne au Mali sur les infestations d' *Helicoverpa armigera* (Hübner)



sous station de Farako



■ cotonniers non écimés ■ cotonniers écimés

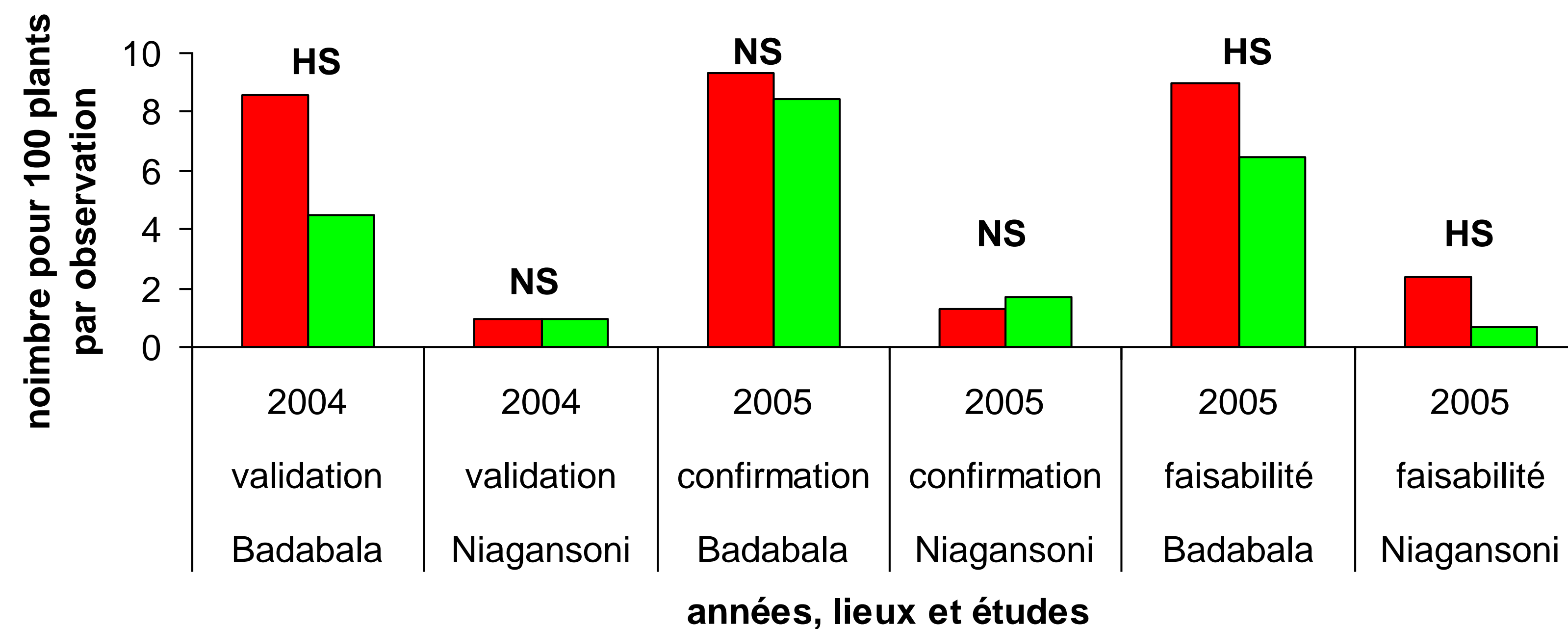


analyse des moyennes des études

NS = non significatif S = significatif à 5 % HS = significatif à 1 %

cotonniers non écimés : 2,67 chenilles/100 plants/observation **b**
cotonniers écimés : 1,71 chenilles/100 plants/observation **a**
F = 11,95 significatif à 0,3 %

milieu producteur



■ cotonniers non écimés ■ cotonniers écimés

8 études non significatives à 5 %
mais 5 études en faveur de l'écimage

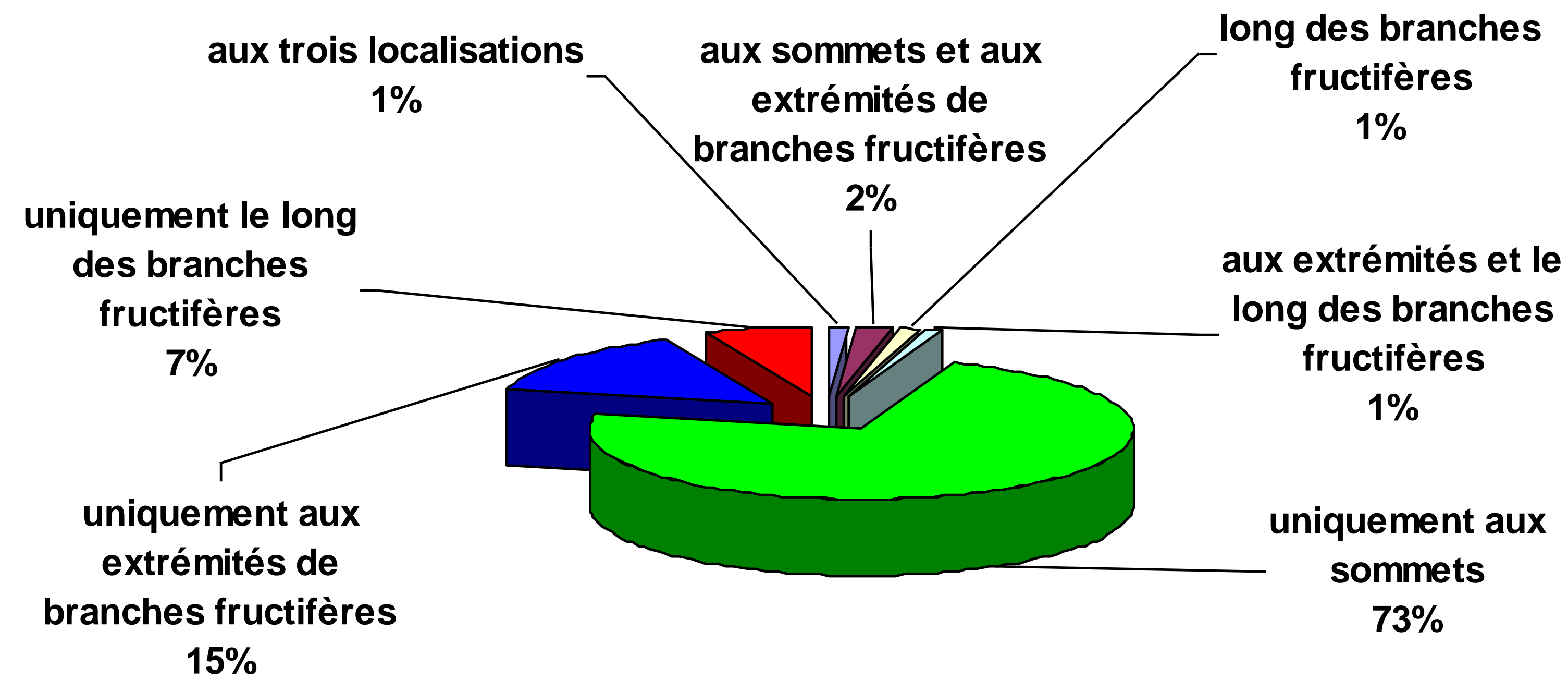
2 études significatives à 5 %
8 études significatives à 1 %



études en cours : mécanismes impliqués dans les effets biologiques de l'écimage des cotonniers en cours de campagne au Mali

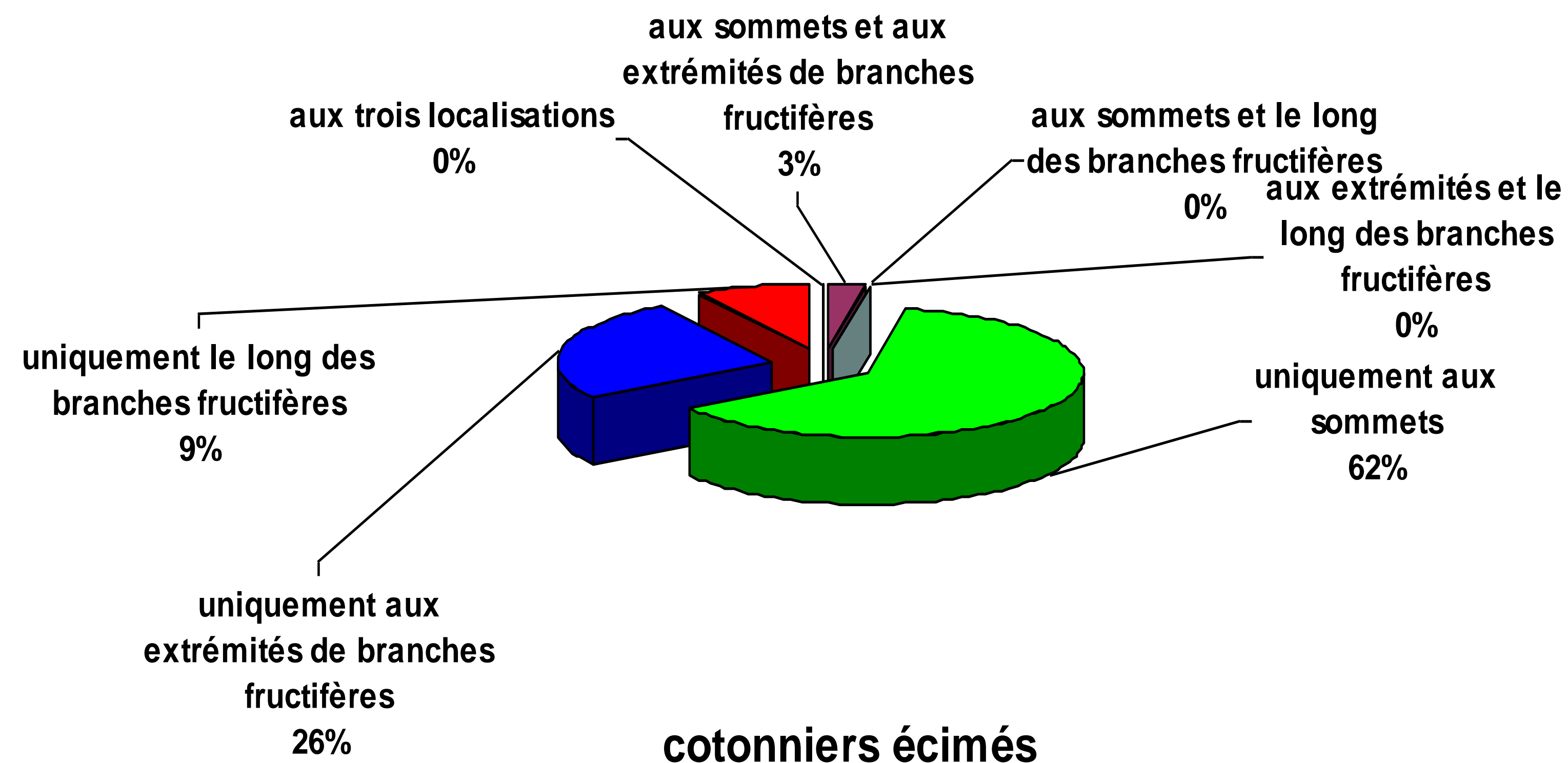


localisation des pontes de chenilles de la capsule sur le cotonnier



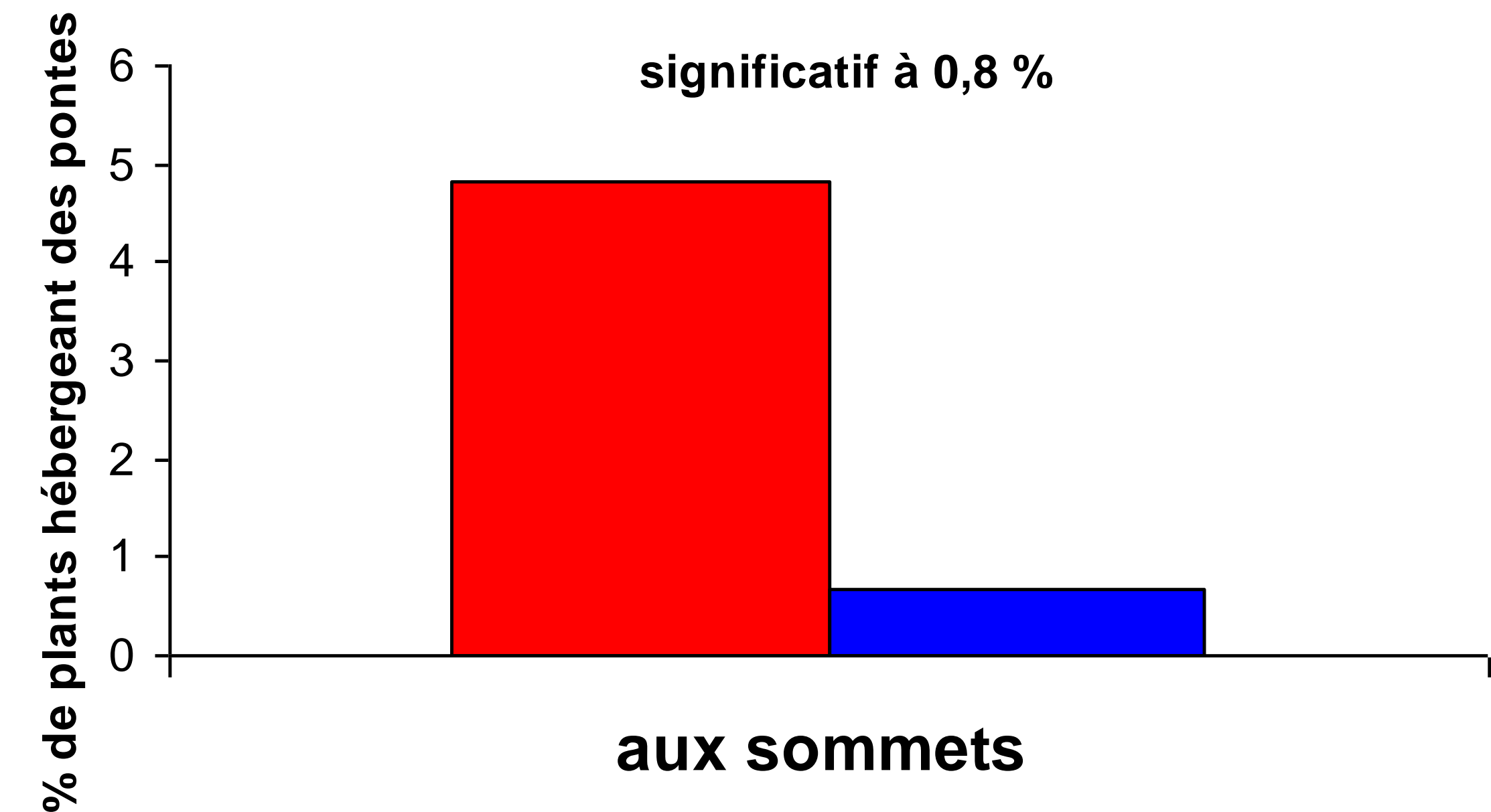
cotonniers non écimés

les cimes des cotonniers sont toujours préférées pour les pontes



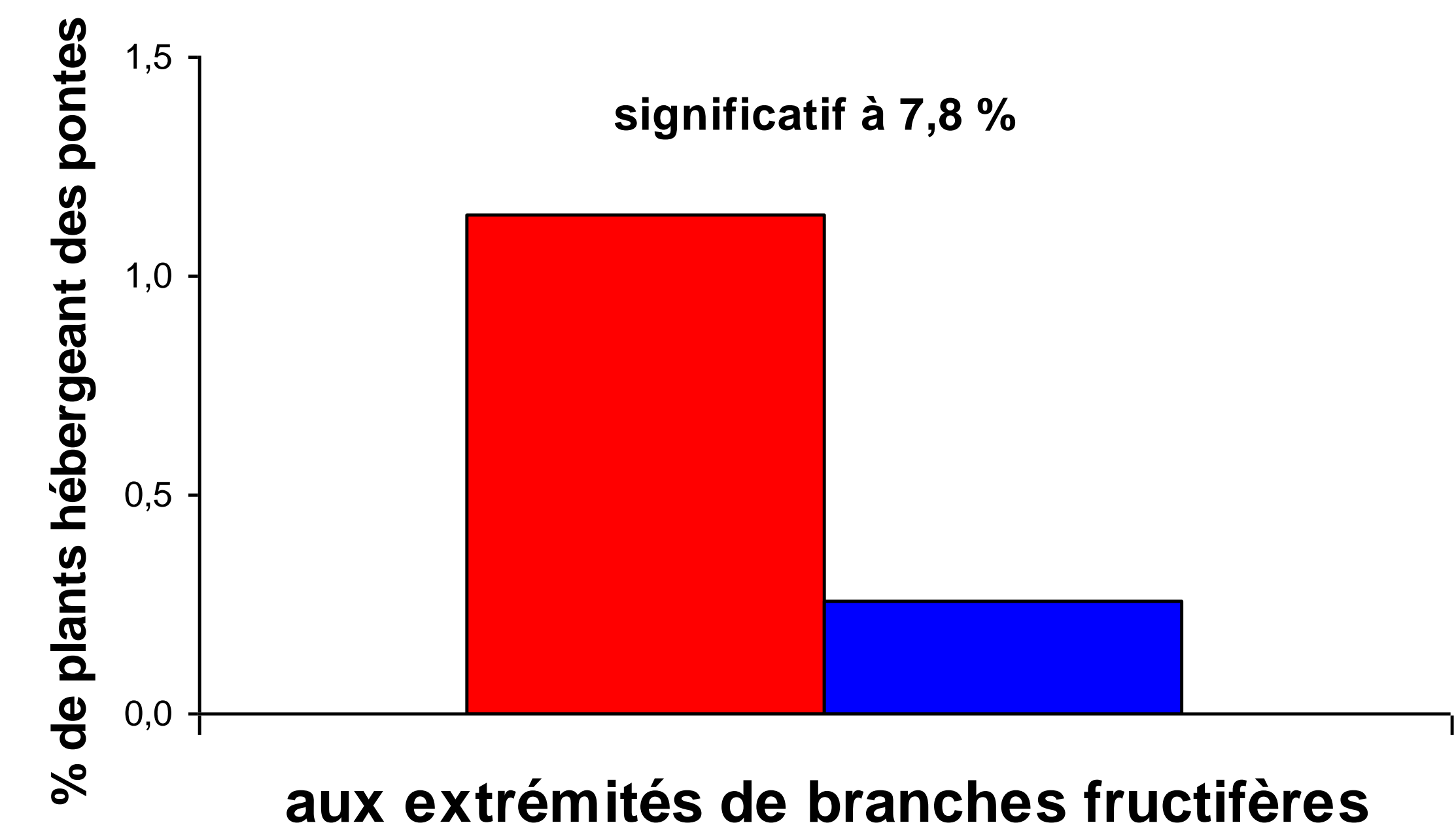
cotonniers écimés

mécanismes



■ cotonniers non écimés ■ cotonniers écimés

suppression des sites de pontes mais peut être aussi des cotonniers moins attractifs



■ cotonniers non écimés ■ cotonniers écimés

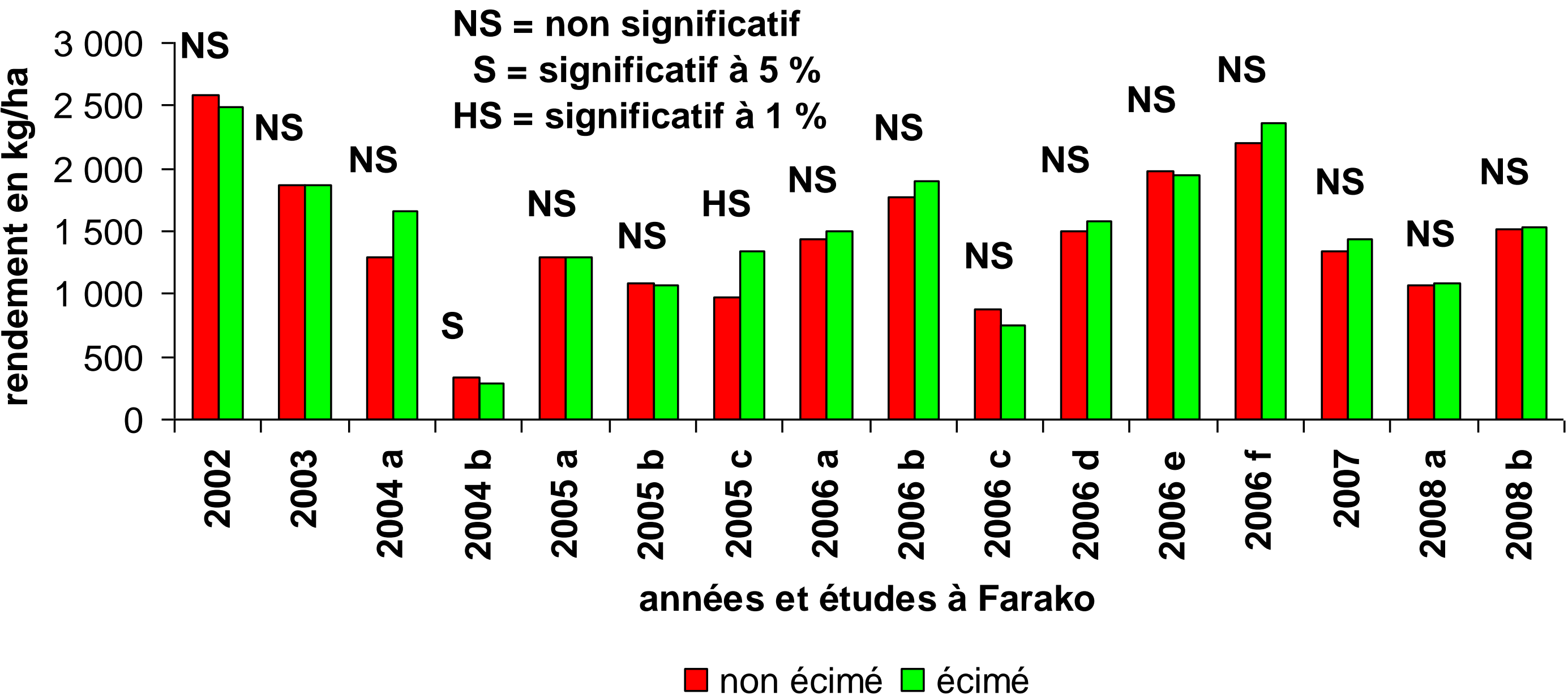


effet de l'écimage des cotonniers en cours de campagne sur la production de coton graine au Mali (1)

effet de l'écimage sur les rendements en coton graine

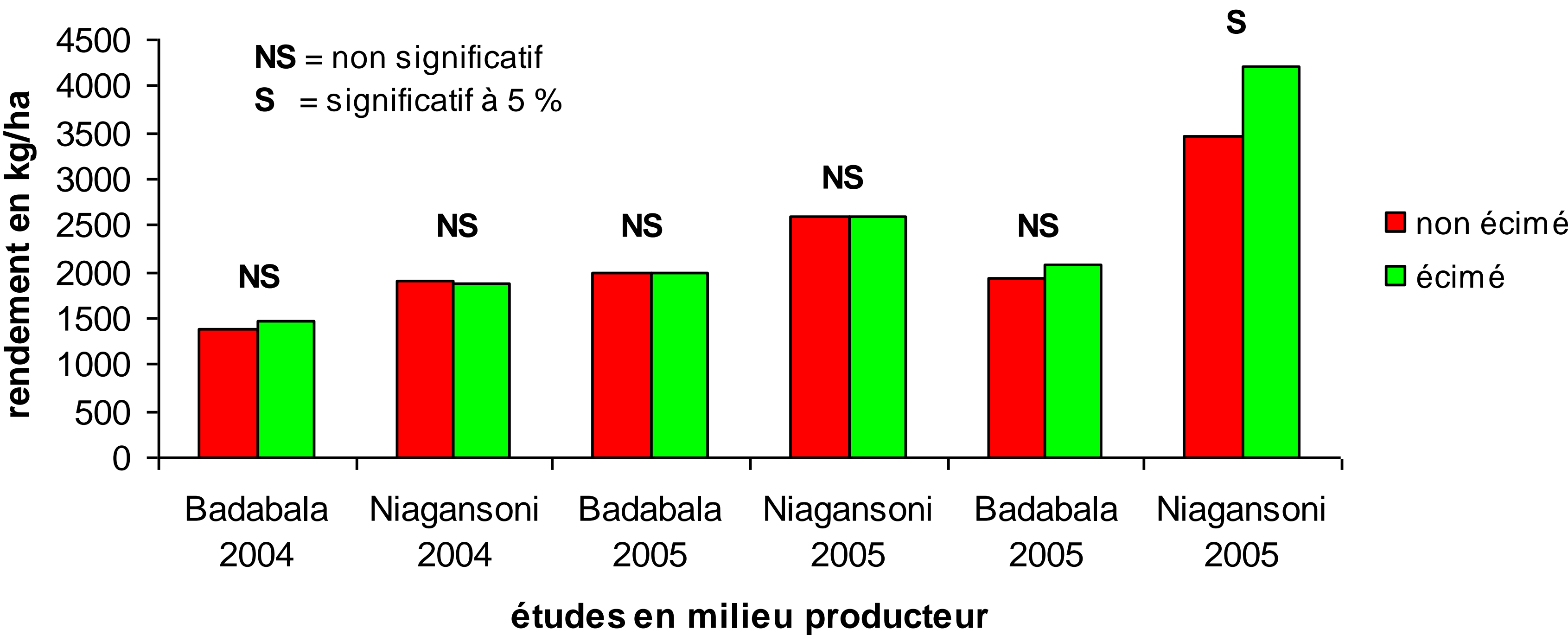
conditions à respecter

conditions à éviter



deux études significatives en faveur de l'écimage
une étude significative en défaveur de l'écimage
mais sur l'ensemble des études :

cotonniers écimés : 1 742 kg/ha a
cotonniers non écimés : 1 654 kg/ha b
significatif à : 4,4 %
coefficient de Fisher : 4,49



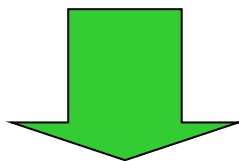
pas trop précoce

	rendement en kg/ha	
	8,3 plants/m ²	16,7 plants/m ²
pas d'écimage	2 581	1 299 b
écimage à l'apparition de la 10 ^{ième} branche fructifère	2 101	909 c
écimage à l'apparition de la 15 ^{ième} branche fructifère	2 489	1 658 a
F modalités	1,3	94,8
signification en %	30,2	0,0

pas trop tardif

E3 > E4 et E5 significatif à 4,6 % (F = 4,84)

		rendement en kg/ha
E1	pas d'écimage	1639
E2	écimage à l'apparition de la 15 ^{ième} branche fructifère	1686
E3	écimage 10 jours après l'apparition de la première fleur	1680
E4	écimage 20 jours après l'apparition de la première fleur	1583
E5	écimage 30 jours après l'apparition de la première fleur	1569
F modalités		1,96
signification en %		16,4



date optimale de l'écimage

soit dès l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère
soit 10 jours après l'apparition de la 1^{ère} fleur
(plus simple pour les producteurs)



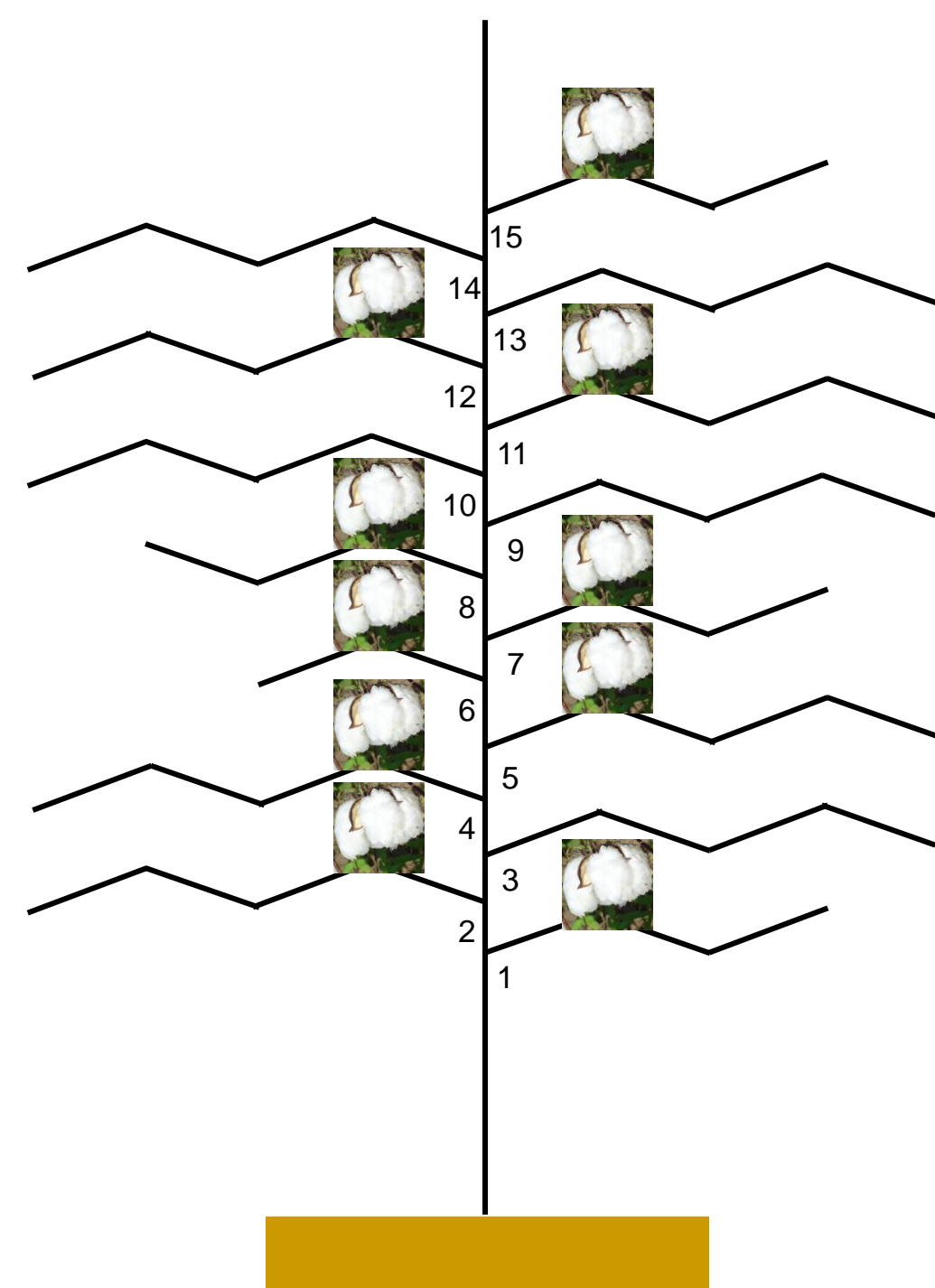
effet de l'écimage des cotonniers en cours de campagne sur la production de coton graine au Mali (2)



l'écimage des cotonniers favorise la rétention et le développement des organes fructifères déjà formés alors :

notion de taux de rétention

exemple de
cotonnier à la récolte

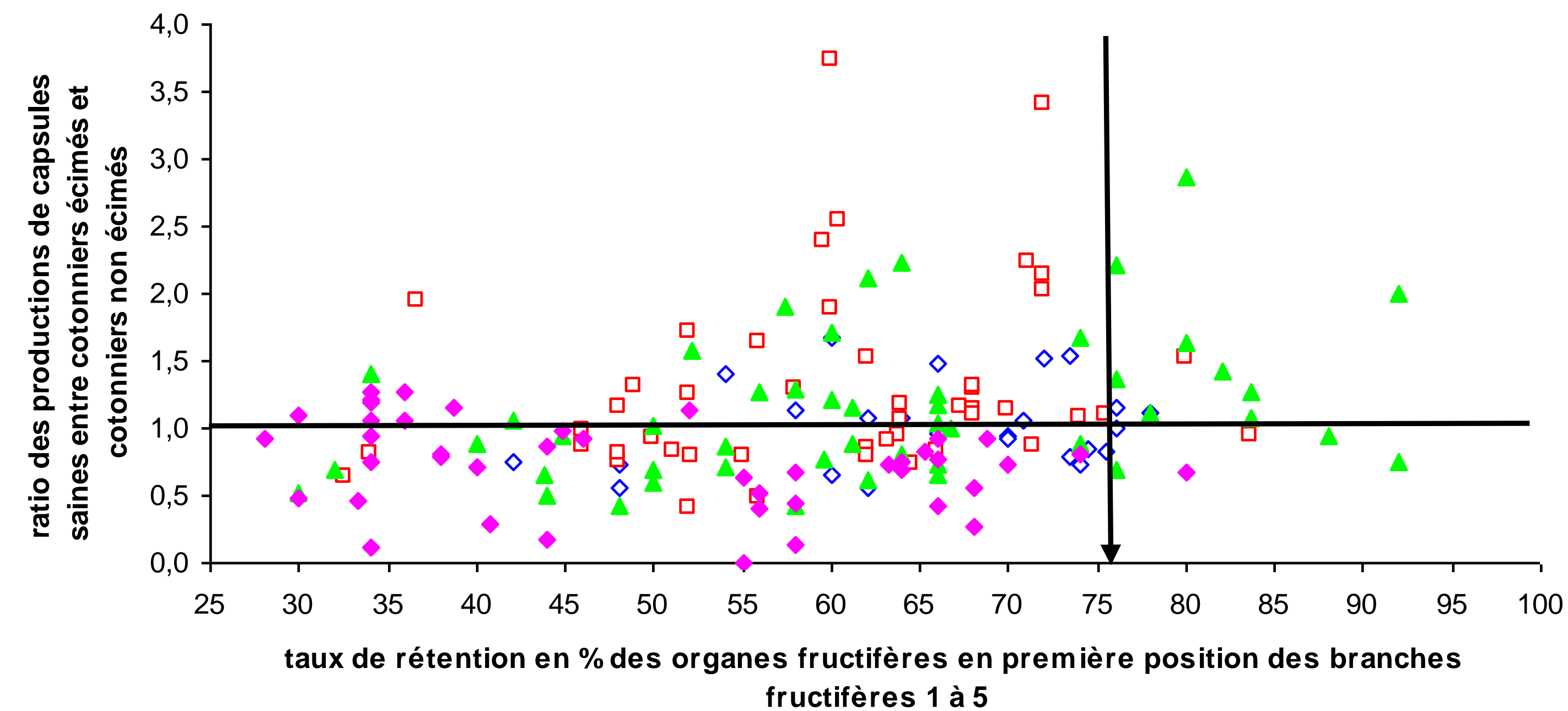


présence de capsule en première
position de branche fructifère
à la récolte

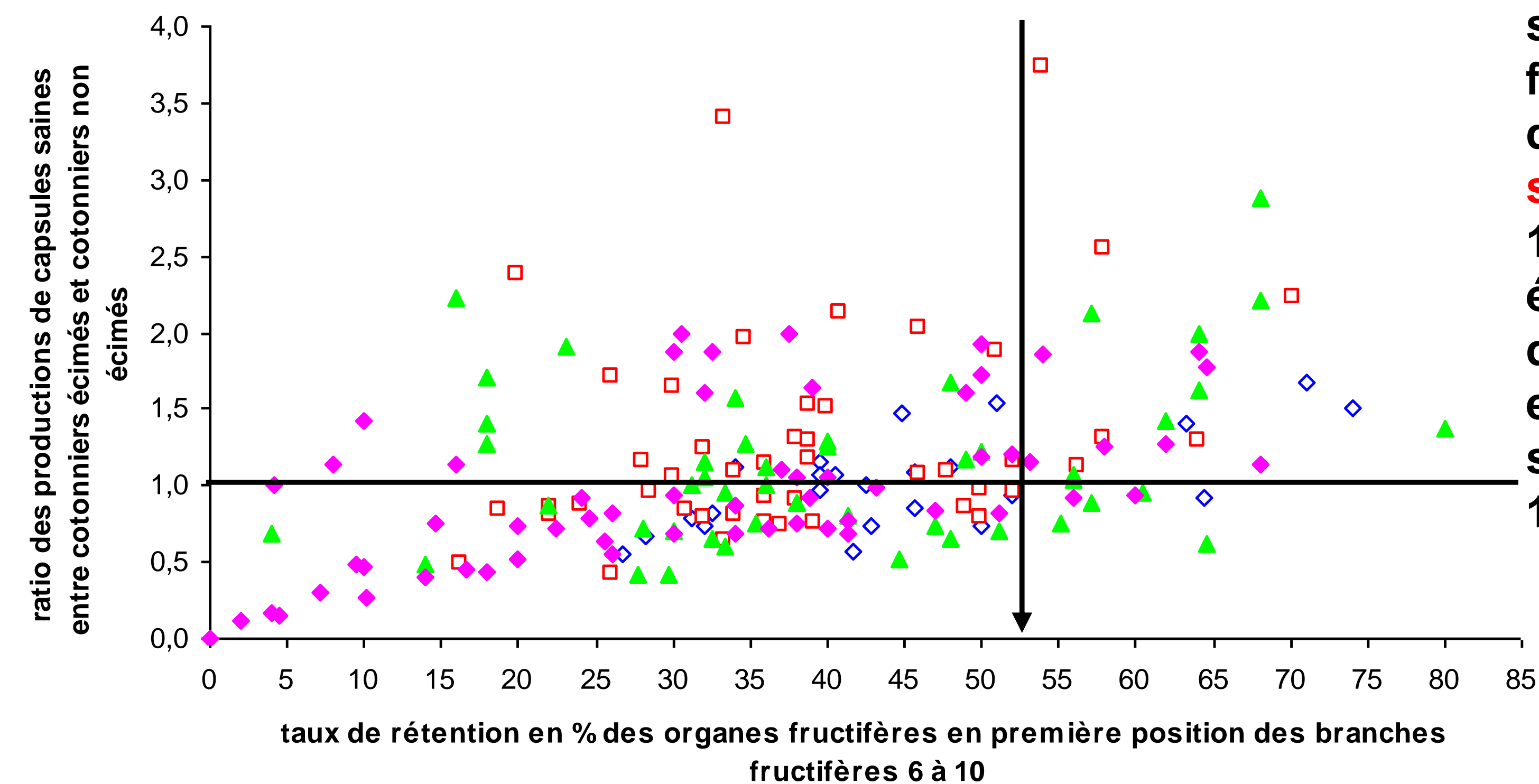
position	branche fructifère									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0

4 capsules
80 % de rétention
sur les branches
fructifères 1 à 5

3 capsules
60 % de rétention
sur les branches
fructifères 6 à 10



◇ étude sur la date de réalisation de l'écimage □ étude sur les interactions écimage et fertilisation
▲ étude sur les interactions écimage et densité de plantation ◆ étude de l'écimage après ablation d'organes fructifères



si le taux de rétention des organes fructifères en première position des **branches fructifères 1 à 5** est **supérieur à 76 %** dans 72 cas sur 100 les productions de cotonniers écimés seront supérieures à celles de cotonniers non écimés mais s'il est **inférieur à 76 %** ce résultat ne sera obtenu que dans 48 cas sur 100

si le taux de rétention des organes fructifères en première position des **branches fructifères 6 à 10** est **supérieur à 53 %** dans 78 cas sur 100 les productions de cotonniers écimés seront supérieures à celles de cotonniers non écimés mais s'il est **inférieur à 53 %** ce résultat ne sera obtenu que dans 44 cas sur 100

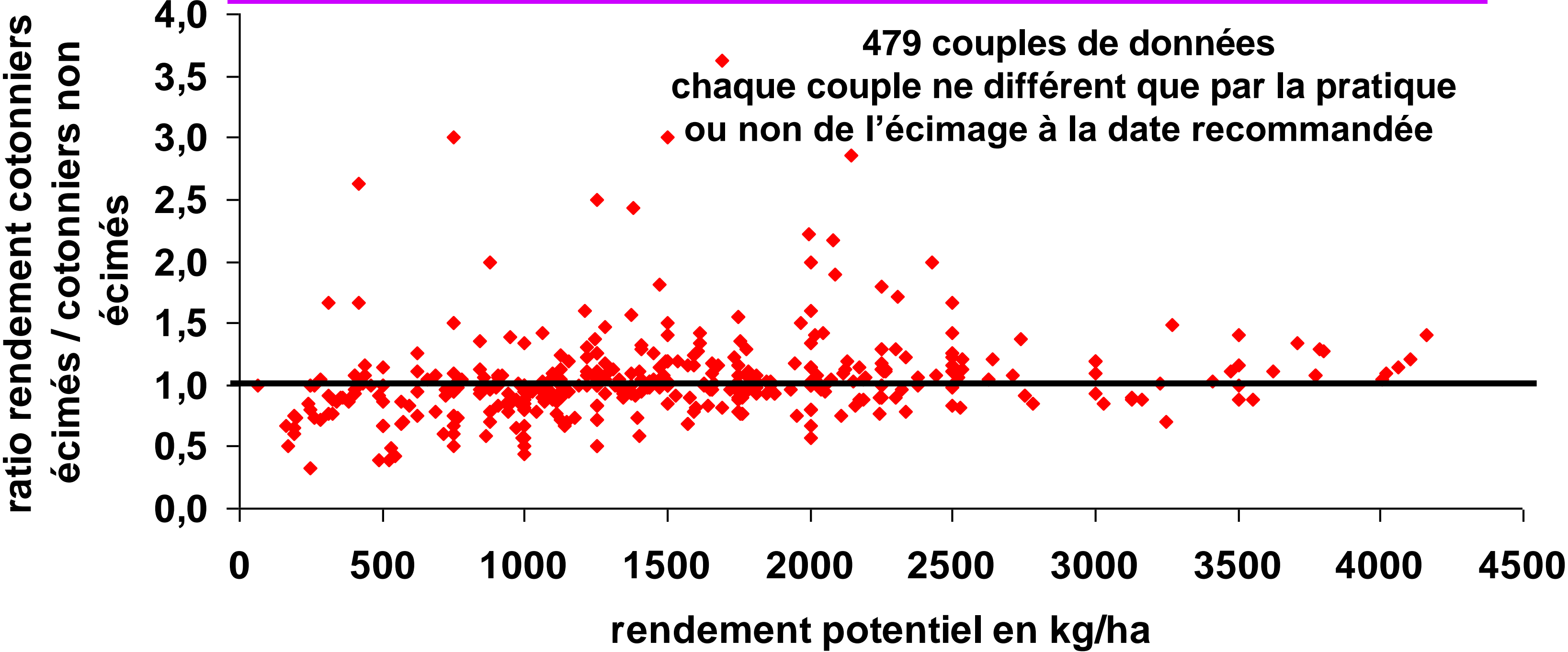
pour bénéficier plus souvent d'un effet bénéfique de l'écimage sur les productions il est essentiel de conserver les premiers organes fructifères formés avant l'écimage donc de bien protéger ces organes fructifères des attaques parasites



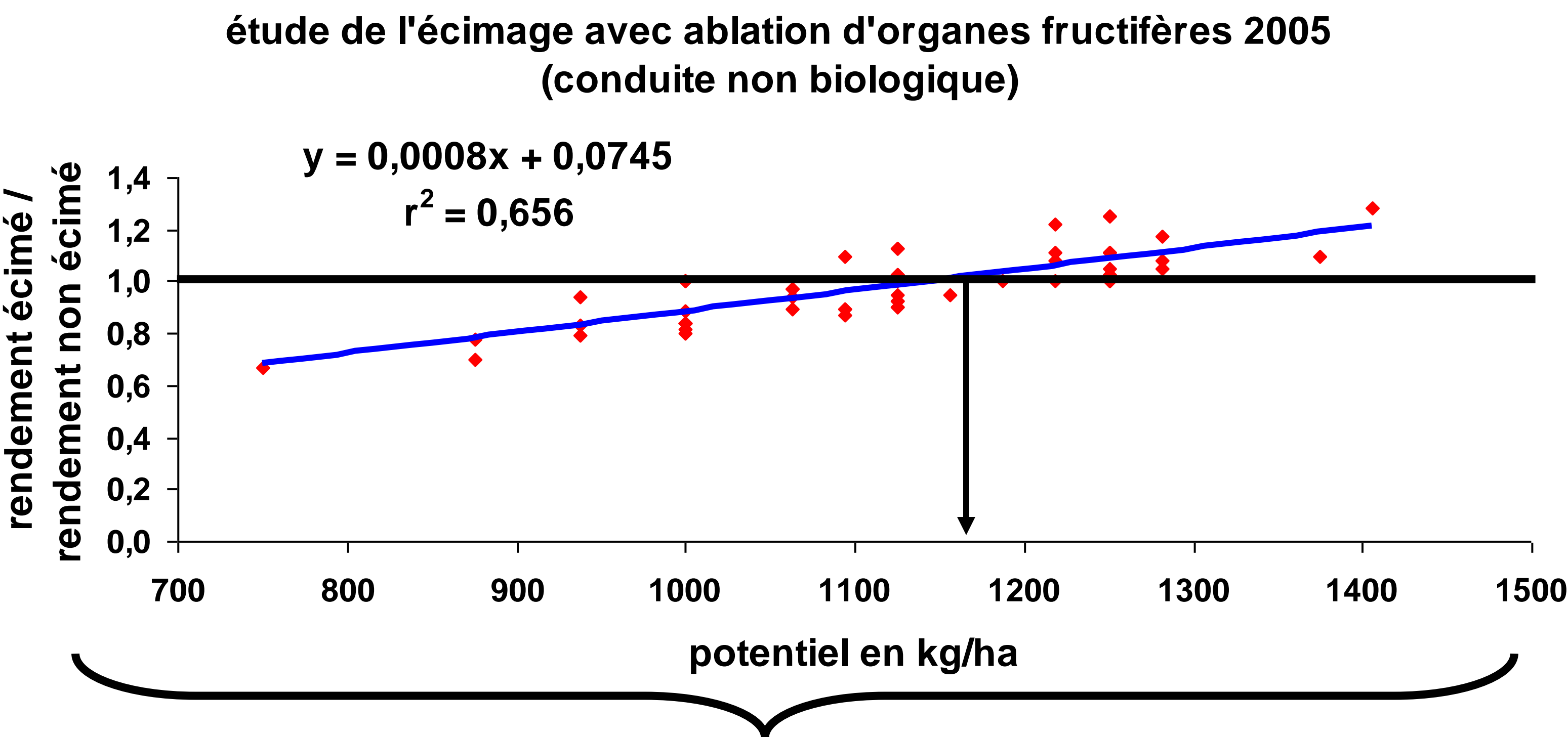
effet de l'écimage des cotonniers en cours de campagne sur la production de coton graine au Mali (3)



ensemble de 17 études portant sur l'écimage des cotonniers dès l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère ou 10 jours après l'apparition de la 1^{ière} fleur (de 2004 à 2006)



étude portant sur l'écimage des cotonniers dès l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère



pour garantir plus certainement un bénéfice de l'écimage en production les potentialités de la culture doivent être au minimum de 1 200 kg/ha

classes de rendements en kg/ha	nombre de couples	taux (en %) de couples où le rendement de cotonniers écimés est supérieur au rendement de cotonniers non écimés	gain de rendement en kg/ha du à l'écimage dans les situations favorables à l'écimage	signification de ce gain en % test de Student bilatéral par paire
<=400	26	23,1	23	32,4
400 < x <=800	62	45,9	73	0,2
800 < x <=1200	100	40,0	74	0,0
1200 < x <= 1600	98	71,4	182	0,0
1600 < x <= 2000	87	62,1	232	0,0
> 2000	106	73,6	424	0,0

Conséquences

l'écimage des cotonniers ne peut probablement pas convenir à la plupart des cultures conduites de manière biologique leurs performances moyennes dépassant à peine 400 kg/ha

l'intérêt de l'écimage sur le plan productif pourrait être compromis par toutes pratiques réduisant les potentialités de la culture comme :

- un retard au semis
- une densité de plantation trop faible
- un mauvais entretien contre les adventices
- une fertilisation déséquilibrée et/ou insuffisante



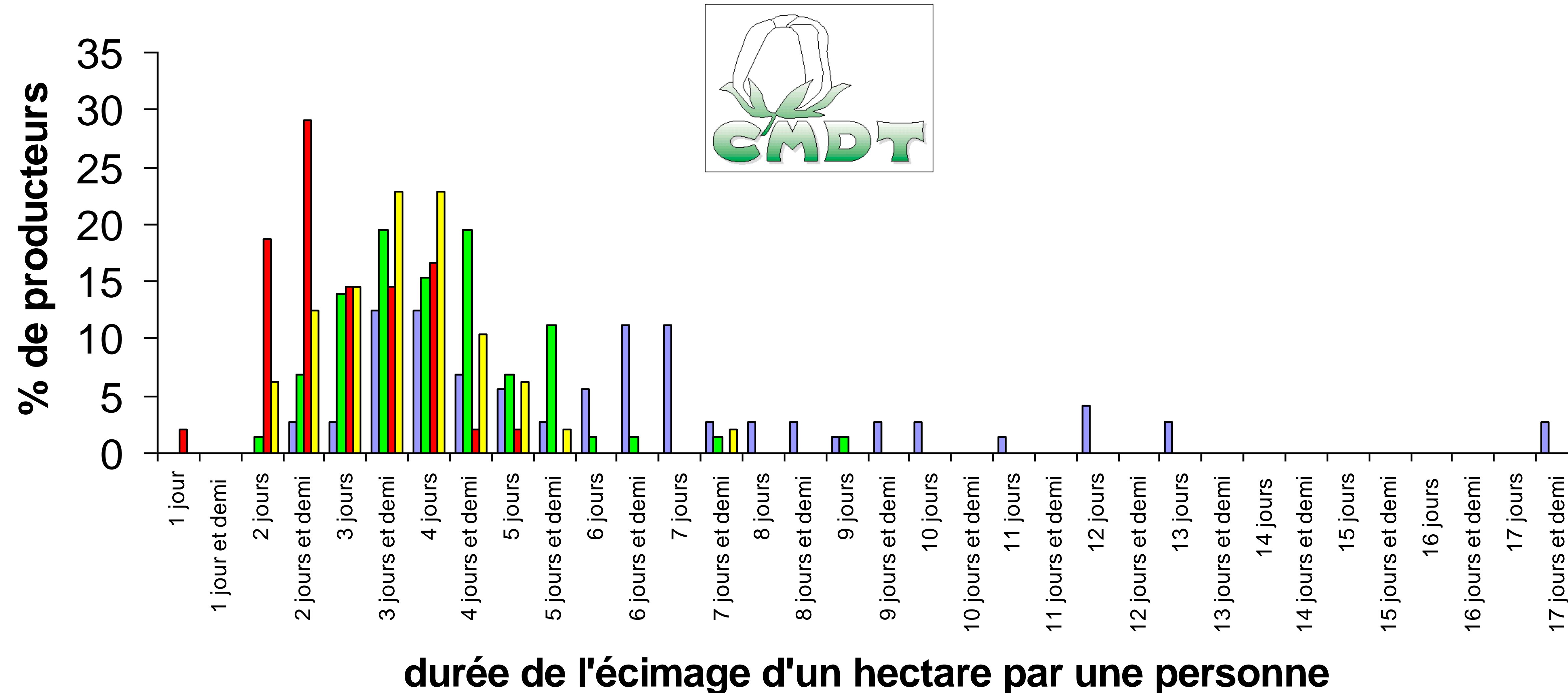


appréciations des producteurs à propos de l'écimage des cotonniers



		Badabala			Niagansoni			moyenne
		2004	2005		2004	2005		
		validation	confirmation	faisabilité	validation	confirmation	faisabilité	
règle de décision	facile	58,3%	25,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	80,6%
	compliquée	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	indifférent	41,7%	75,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	19,5%
technique de l'écimage	simple	83,3%	50,0%	100,0%	100,0%	87,5%	80,0%	83,5%
	difficile	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,5%	20,0%	5,4%
	indifférent	16,7%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	11,1%
pénibilité	rapide	66,7%	75,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	90,3%
	pas contraignant	0,0%	12,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,1%
	trop long	33,3%	12,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	7,6%
	indifférent	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
utilité	utile	58,3%	87,5%	100,0%	0,0%	87,5%	80,0%	68,9%
	néfaste	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	sans effet	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,2%
	indifférent	16,7%	12,5%	0,0%	100,0%	12,5%	20,0%	27,0%
date de réalisation	normale	58,3%	50,0%	40,0%	50,0%	50,0%	40,0%	48,1%
	précoce	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	25,0%	20,0%	11,7%
	tardive	16,7%	37,5%	60,0%	25,0%	12,5%	20,0%	28,6%
	indifférent	25,0%	12,5%	0,0%	0,0%	12,5%	20,0%	11,7%

l'écimage des cotonniers est une pratique bien accueillie par les producteurs d'autant que la plupart d'entre eux la mettaient en œuvre par le passé comme le montrent leurs réponses très variées à propos de sa date de réalisation



**l'écimage d'un hectare
par une personne exige**

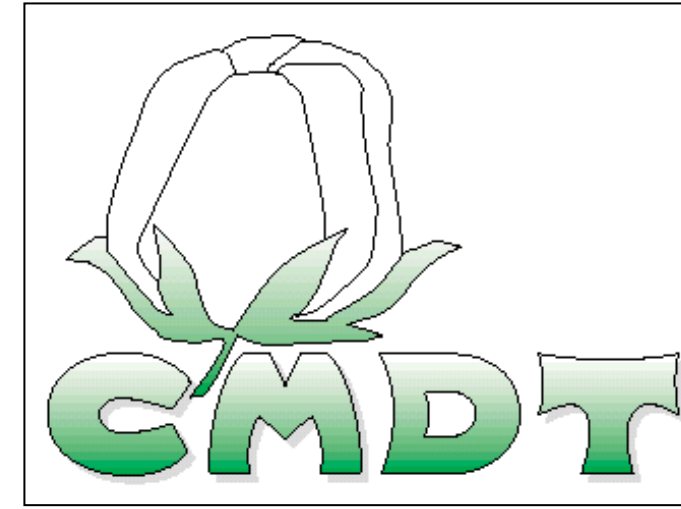
3,5 jours (pour 50 % des producteurs) →

6,5 jours (pour 90 % des producteurs) →

économie de 0,3 application/ha grâce l'écimage
ou
gain de 13 kg/ha de coton graine grâce à l'écimage

économie de 0,6 application/ha grâce à l'écimage
ou
gain de 25 kg/ha de coton graine grâce à l'écimage

ces objectifs sont parfaitement réalistes en raison des résultats déjà obtenus



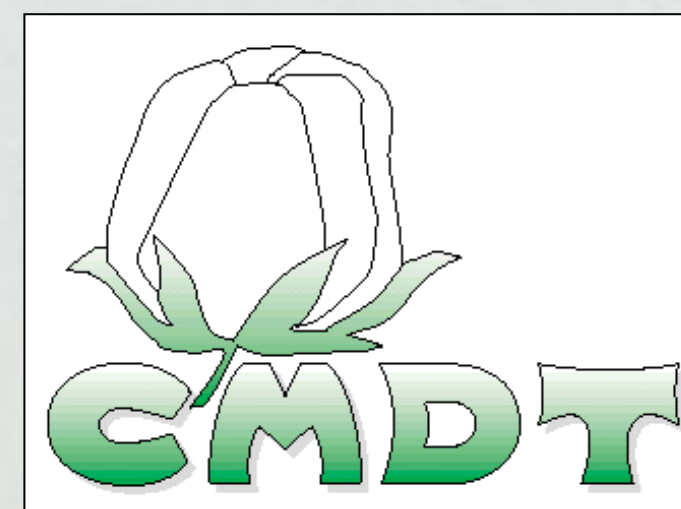
CONCLUSIONS À PROPOS DES RÉSULTATS DE RECHERCHE SUR L'ÉCIMAGE DES COTONNIERS

les recherches montrent que l'écimage

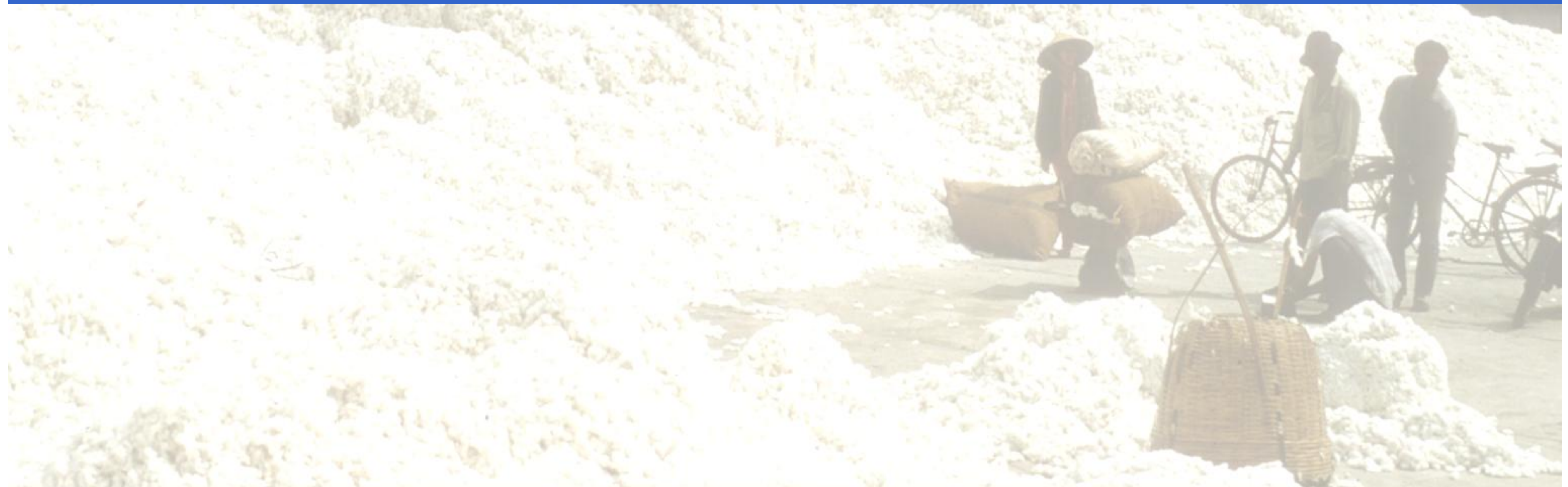
participe à une bonne gestion des principaux ravageurs (gestion des résistances aux insecticides)
permet de réduire les interventions sur seuil en fin de campagne
autorise, dans certaines conditions, des gains de production
est certainement rentable dans de nombreuses situations

mais il reste à mettre au point une technique moins laborieuse

soit par le choix d'un matériel facilitant cette pratique
soit en limitant le nombre de cotonniers à écimer
(si leur moindre attractivité se répercutait sur les infestations de cotonniers voisins non écimés)

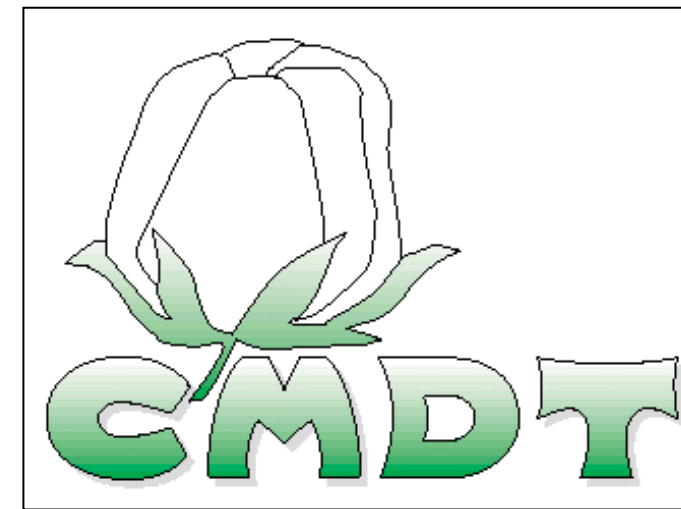


RÉSULTATS DE RECHERCHE À PROPOS DE L'AUGMENTATION DE LA DENSITÉ DE PLANTATION





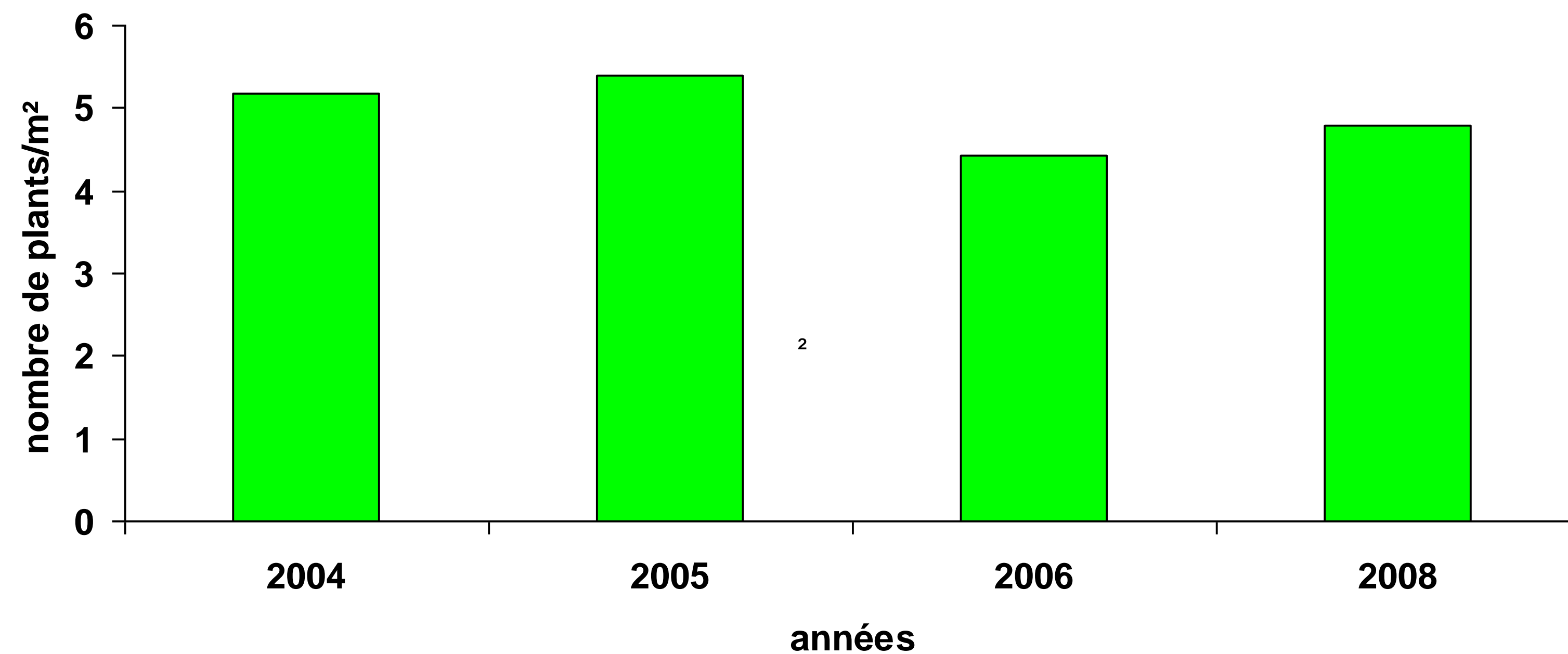
quelques données de densités de plantation en milieu producteur



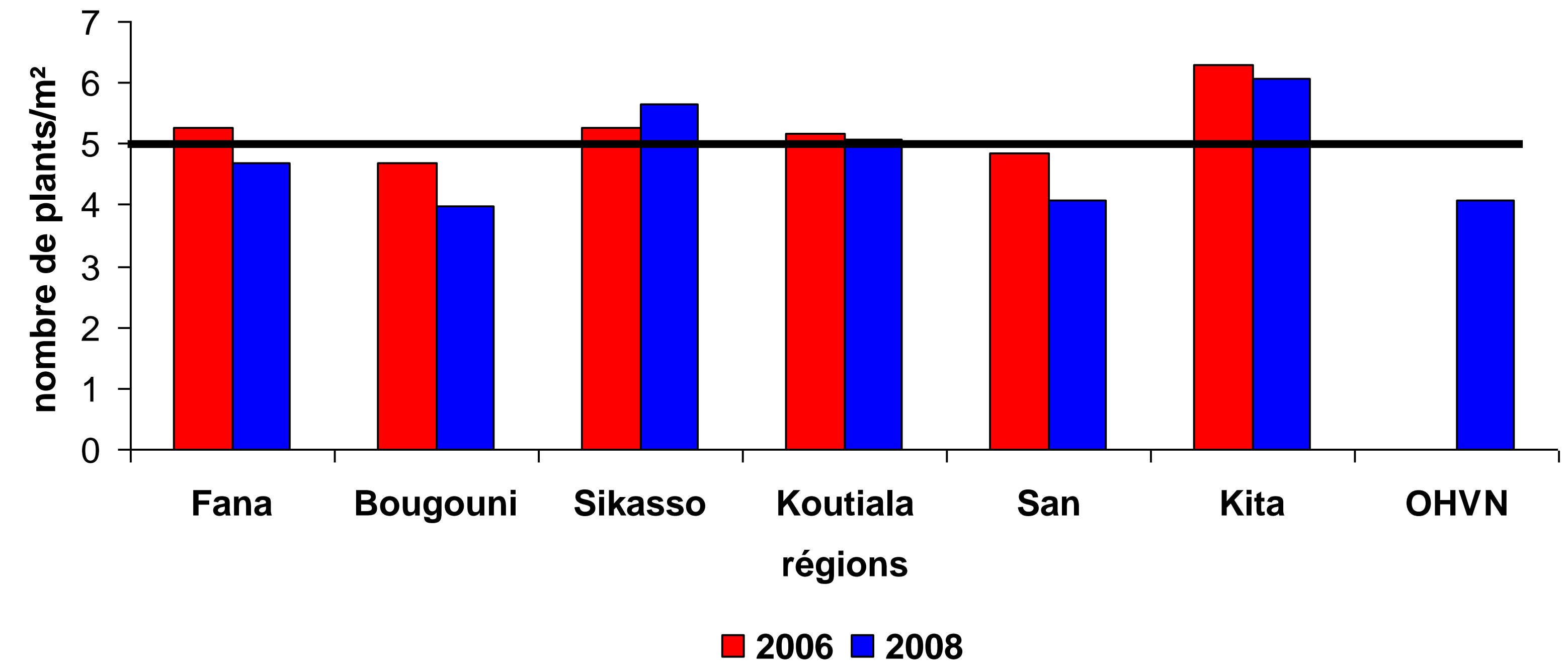
source pour 2004 à 2006 : LRD de la CMDT

source pour 2008 : témoins des études WACIP (CMDT)

moyenne des régions



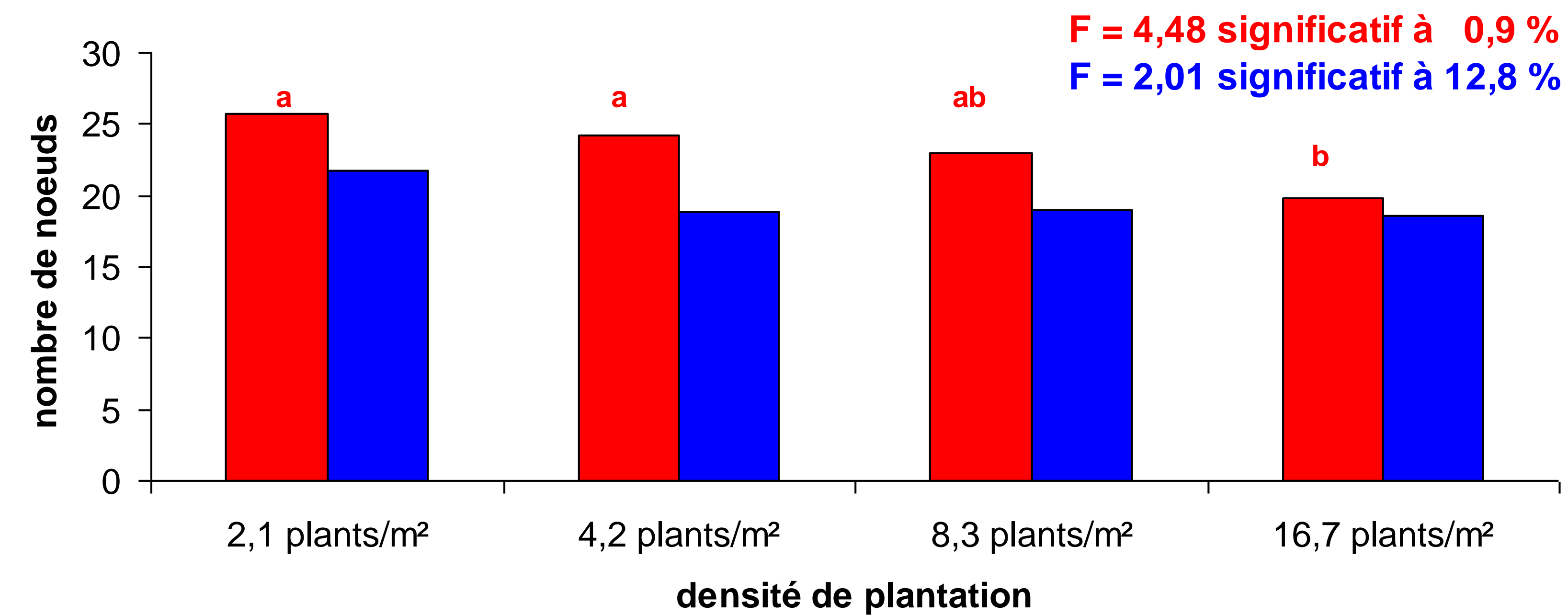
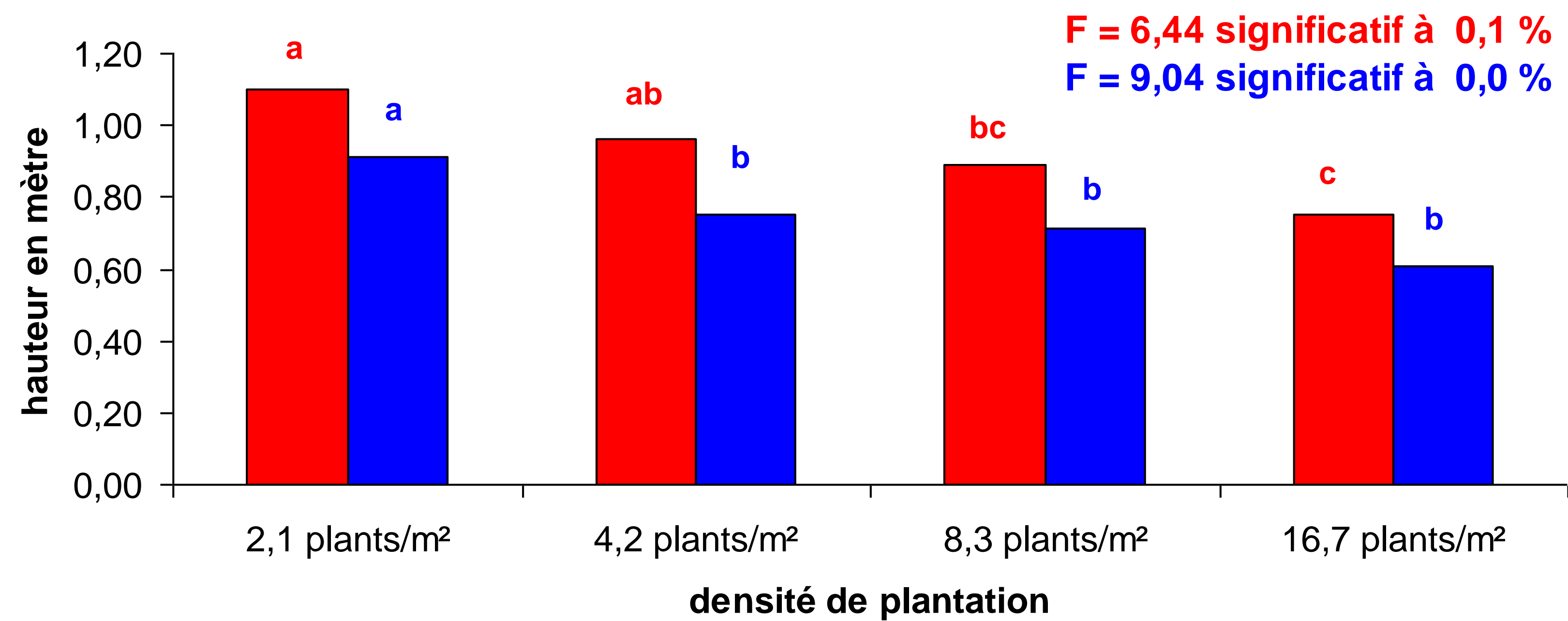
par région pour deux années



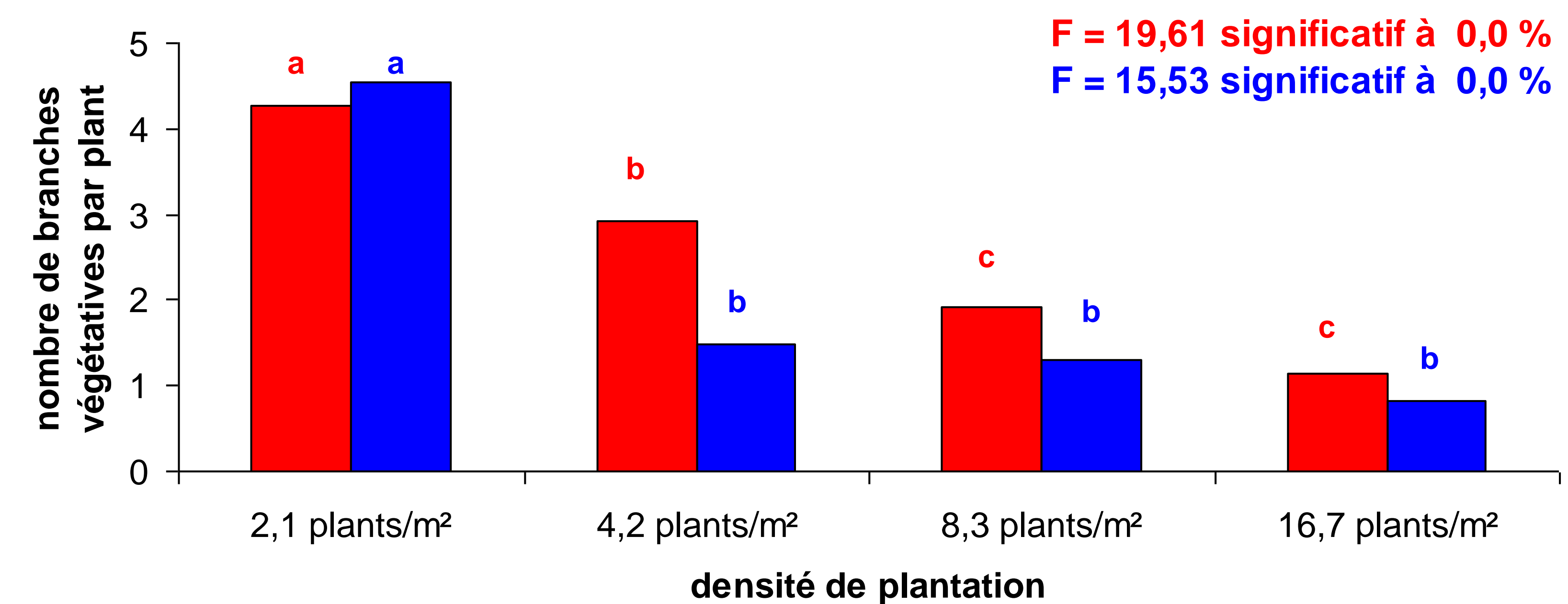
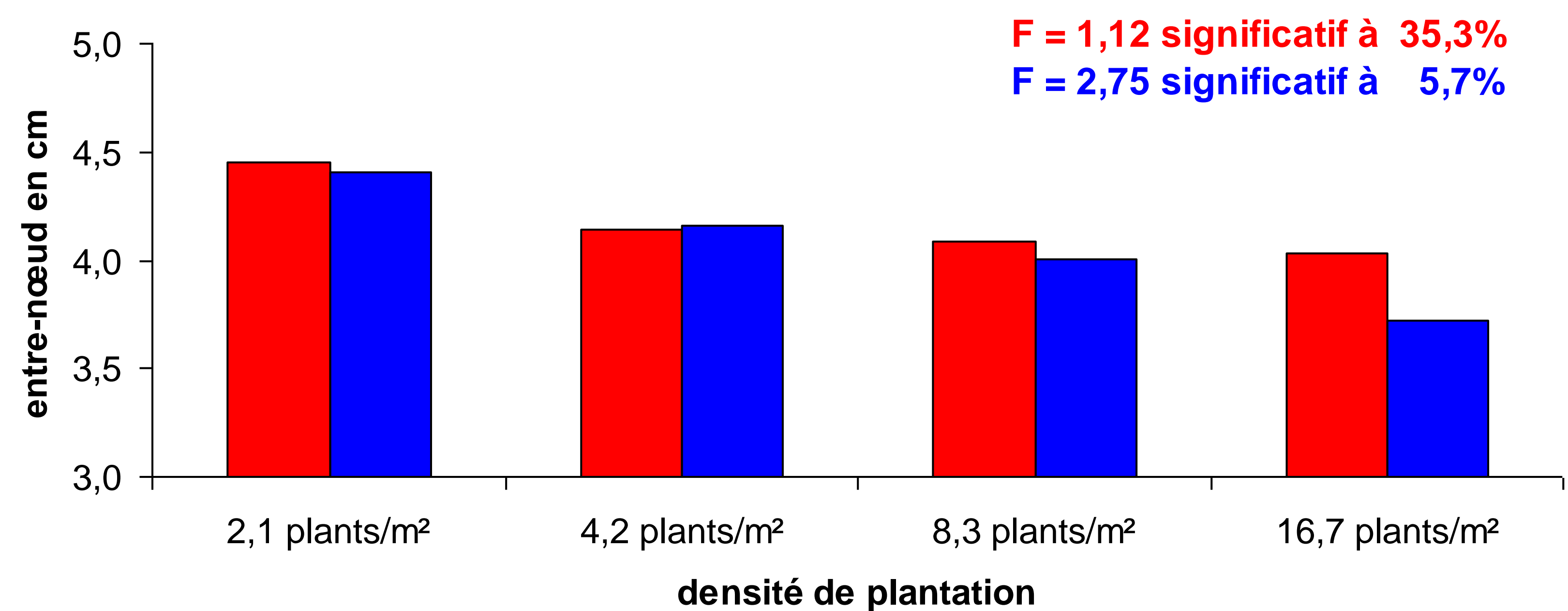
alors que la densité de plantation recommandée est de 8,3 plants/m²
en milieu producteur les densités de plantation dépassent à peine 5 plants/m²
avec probablement de très grandes variations



effets de l'augmentation de la densité de plantation sur le développement végétatif de cotonniers

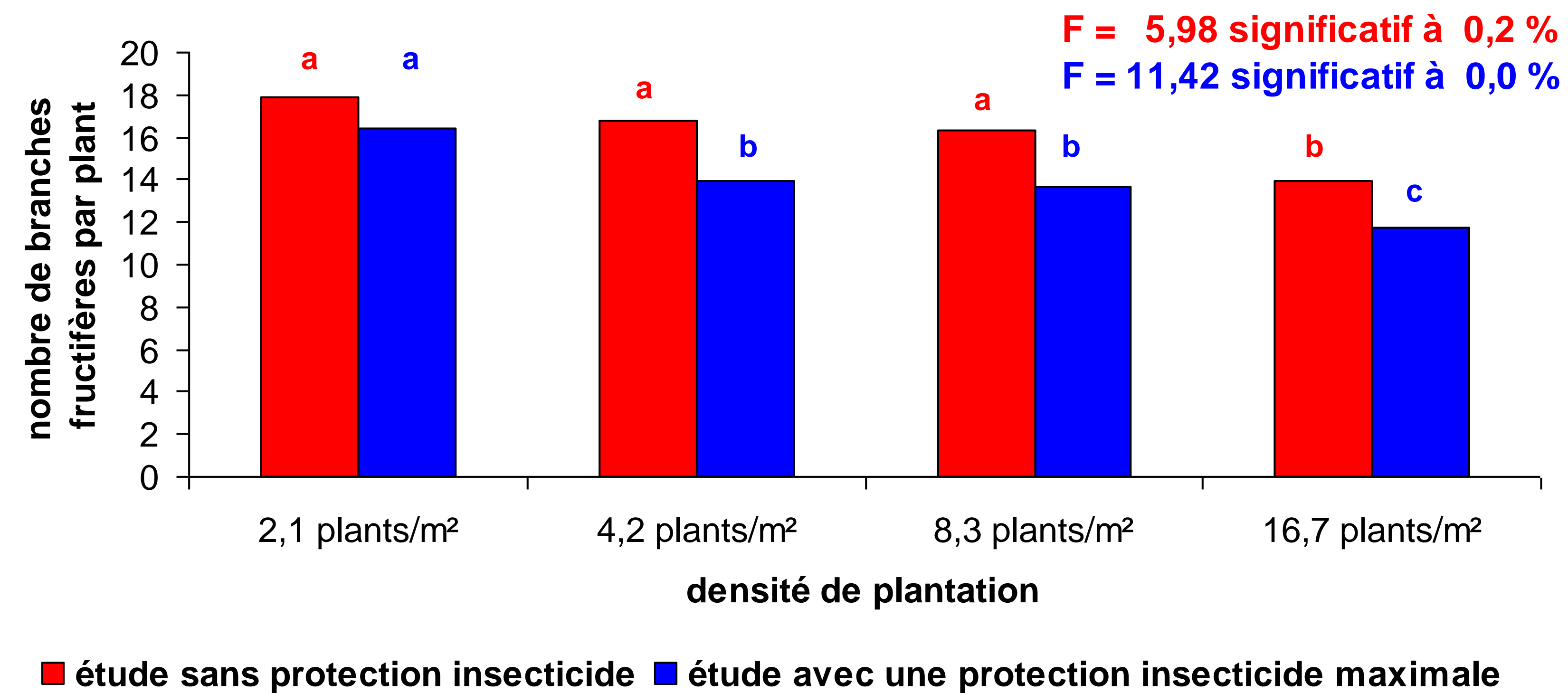


lorsque la densité de plantation augmente le développement des cotonniers est plus faible qu'il s'agisse de la hauteur, du nombre de nœuds, de la dimension des entre-nœuds ou du nombre de branches végétatives



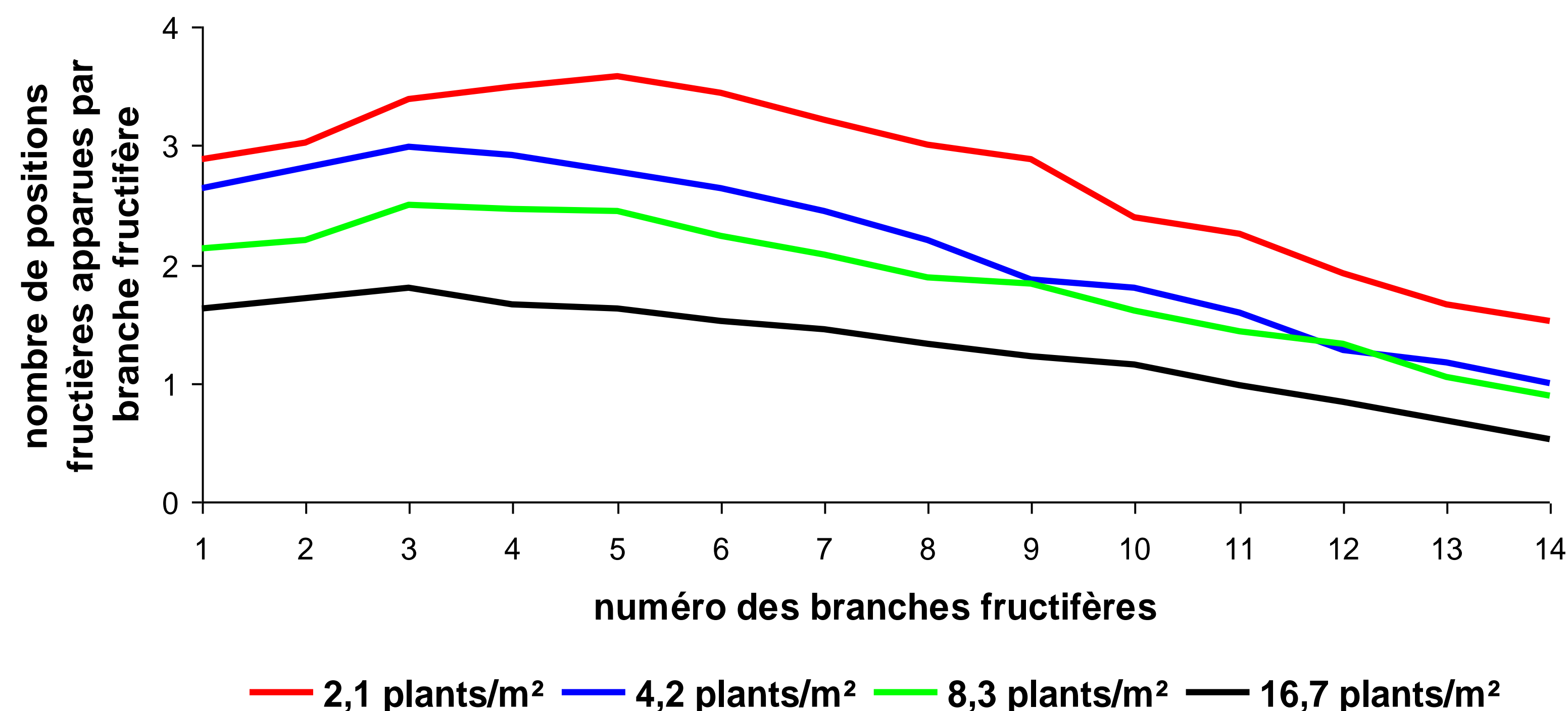


effets de l'augmentation de la densité de plantation sur le développement fructifère de cotonniers (1)

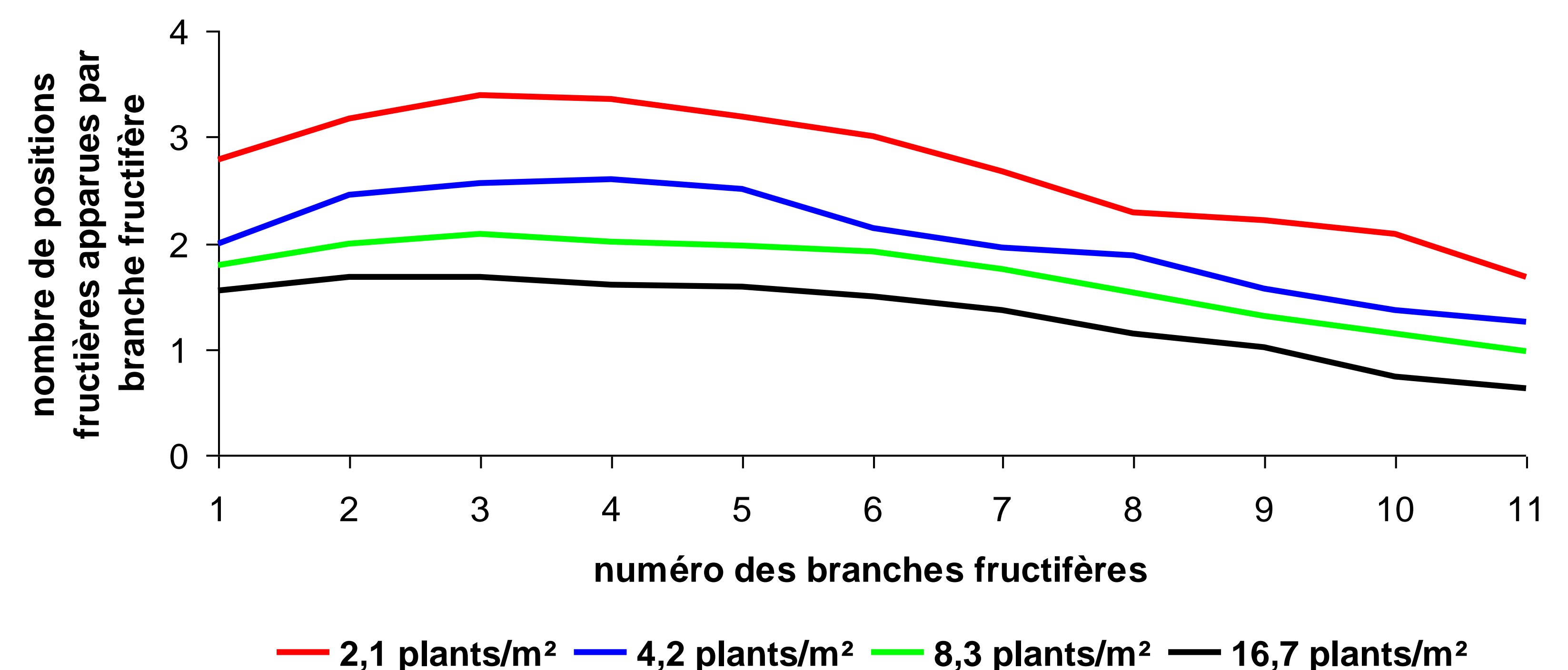


lorsque la densité de plantation augmente le nombre de branches fructifères par plant et le nombre de sites fructifères par branche fructifère diminuent

étude sans protection insecticide

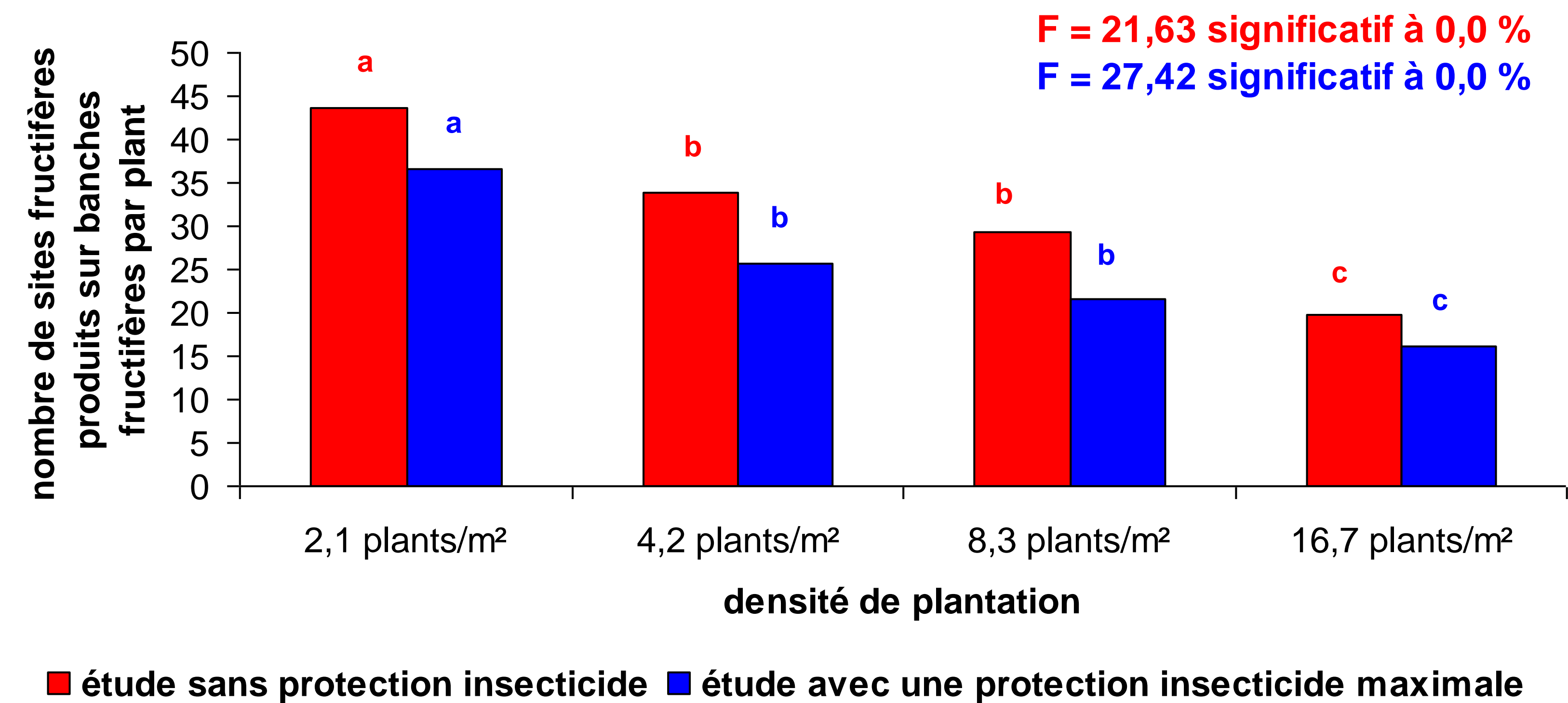


étude avec protection insecticide maximale

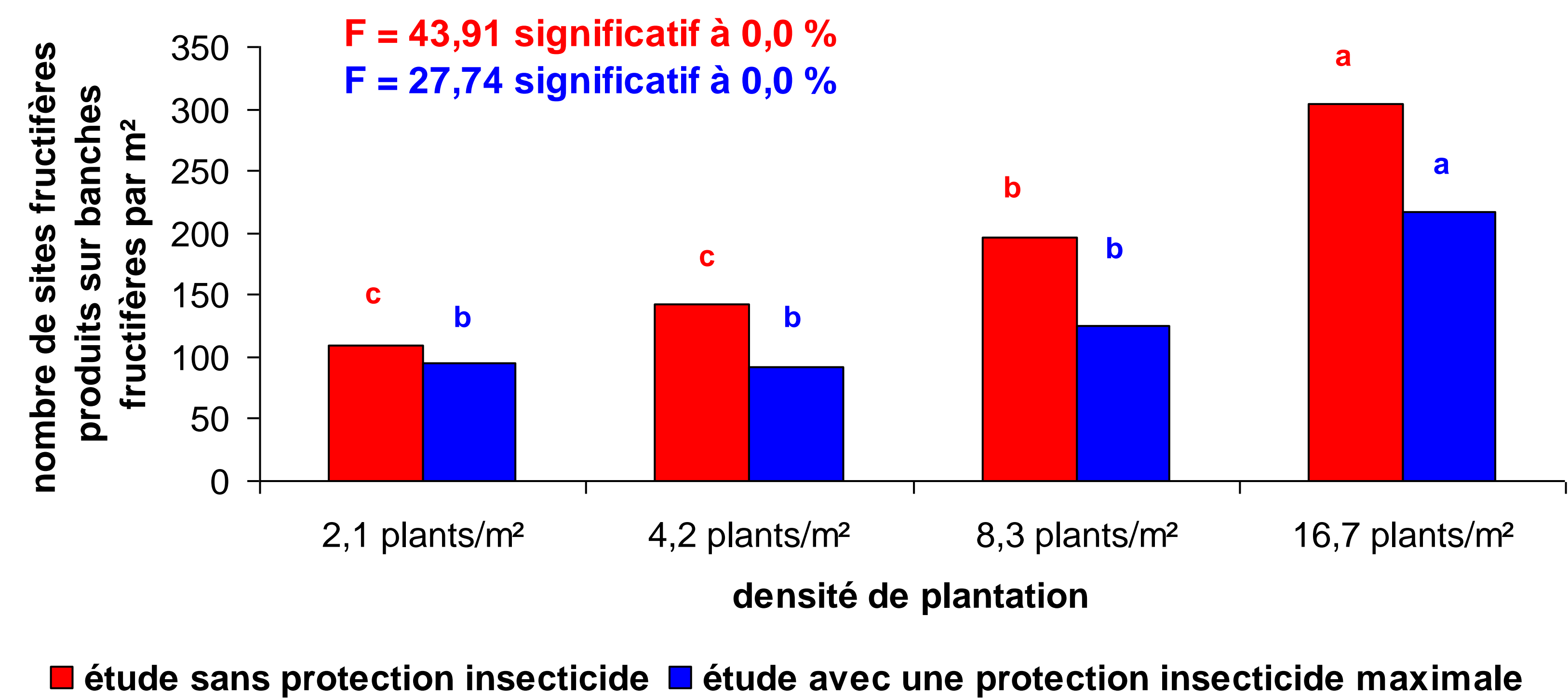




effets de l'augmentation de la densité de plantation sur le développement fructifère de cotonniers (2)

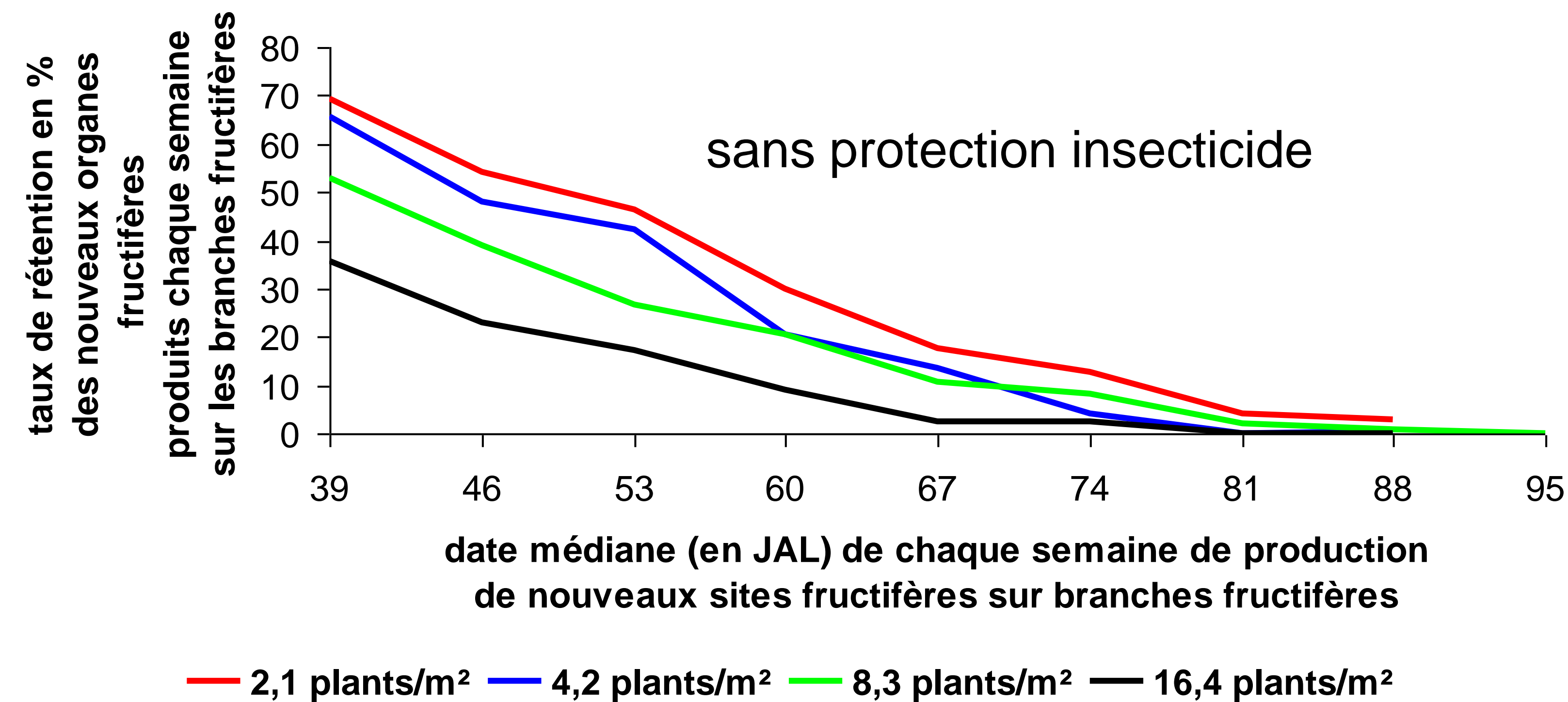


lorsque la densité de plantation augmente si le nombre de sites fructifères par plant diminue significativement mais, le nombre de sites fructifères par m² augmente significativement





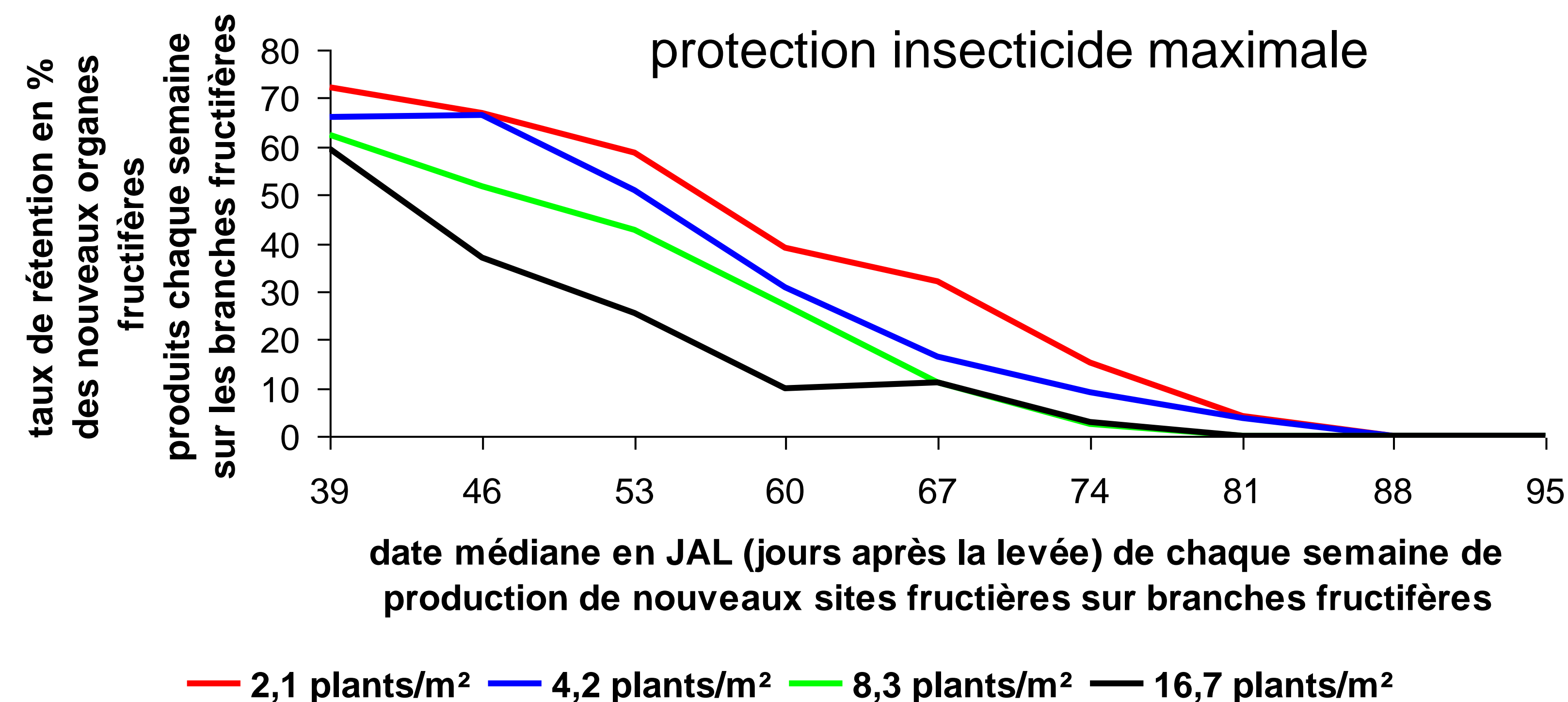
effets de l'augmentation de la densité de plantation sur la rétention des organes fructifères sur les branches fructifères (1)



plus la densité de plantation
augmente plus faibles sont les taux
de rétention des organes fructifères

quel que soit le niveau de
protection de la culture

quelle que soit la date d'apparition
de ces organes fructifères sur le
plant

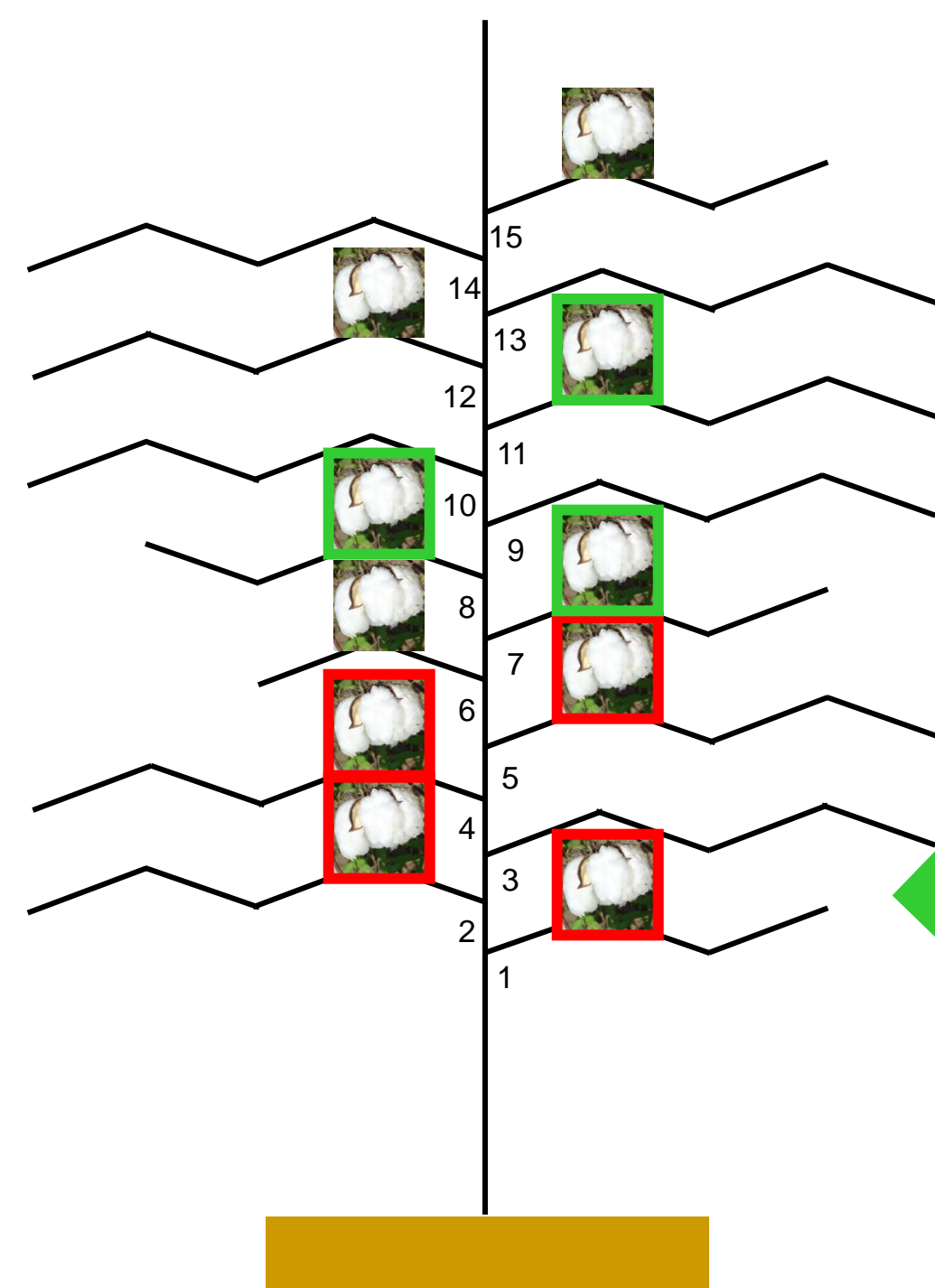




effets de l'augmentation de la densité de plantation sur la rétention des organes fructifères sur les branches fructifères (2)

notion de taux de rétention

exemple de
cotonnier à la récolte



présence de capsule en première
position de branche fructifère
à la récolte

position	branche fructifère									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0

4 capsules
80 % de rétention
sur les branches
fructifères 1 à 5

3 capsules
60 % de rétention
sur les branches
fructifères 6 à 10

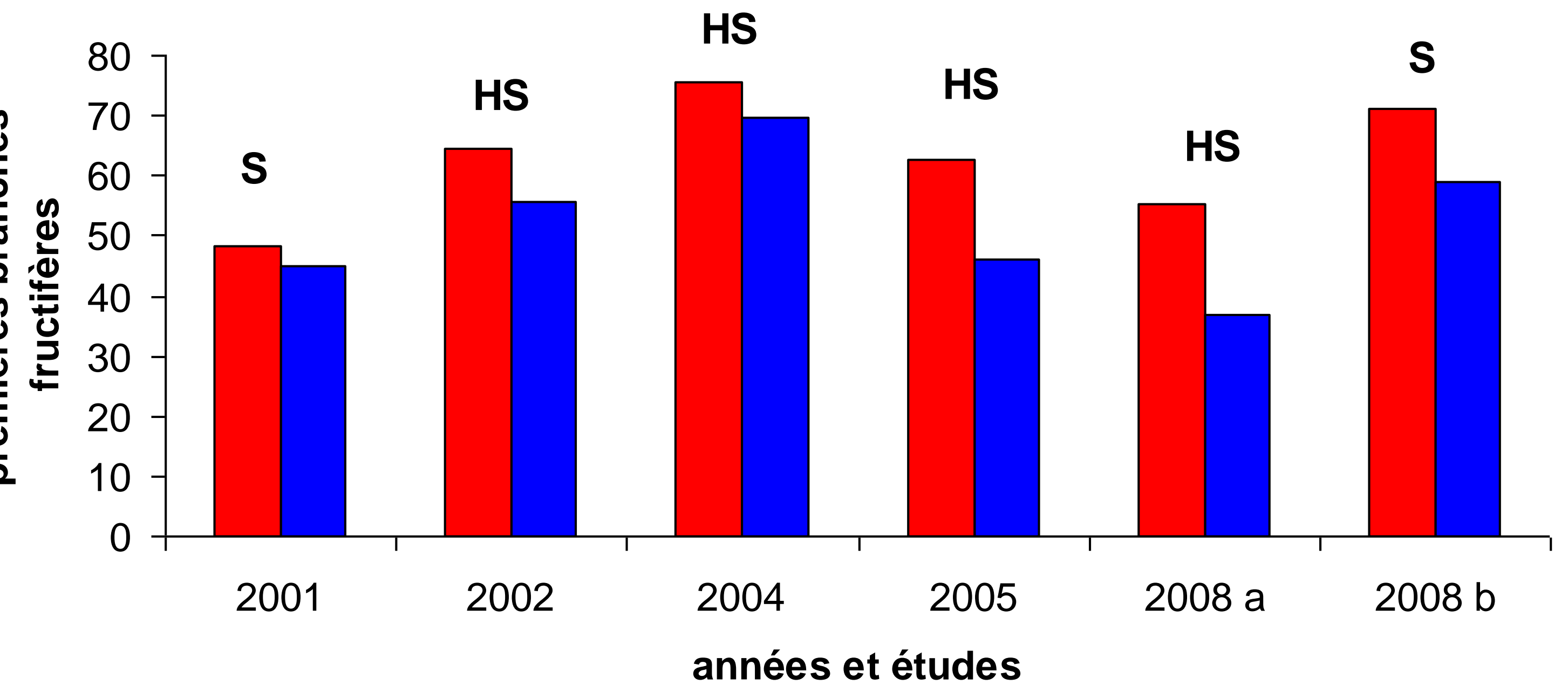
ensemble des études
8,3 plants/m² = 63,1 % **a**
16,7 pants/m² = 52,0 % **b**
F = 21,99
significatif à 0,6 %

premières positions
des 5 premières
branches fructifères

premières positions
des branches fructifères
6 à 10

ensemble des études
8,3 plants/m² = 33,2 % **a**
16,7 pants/m² = 21,5 % **b**
F = 34,28
significatif à 0,3 %

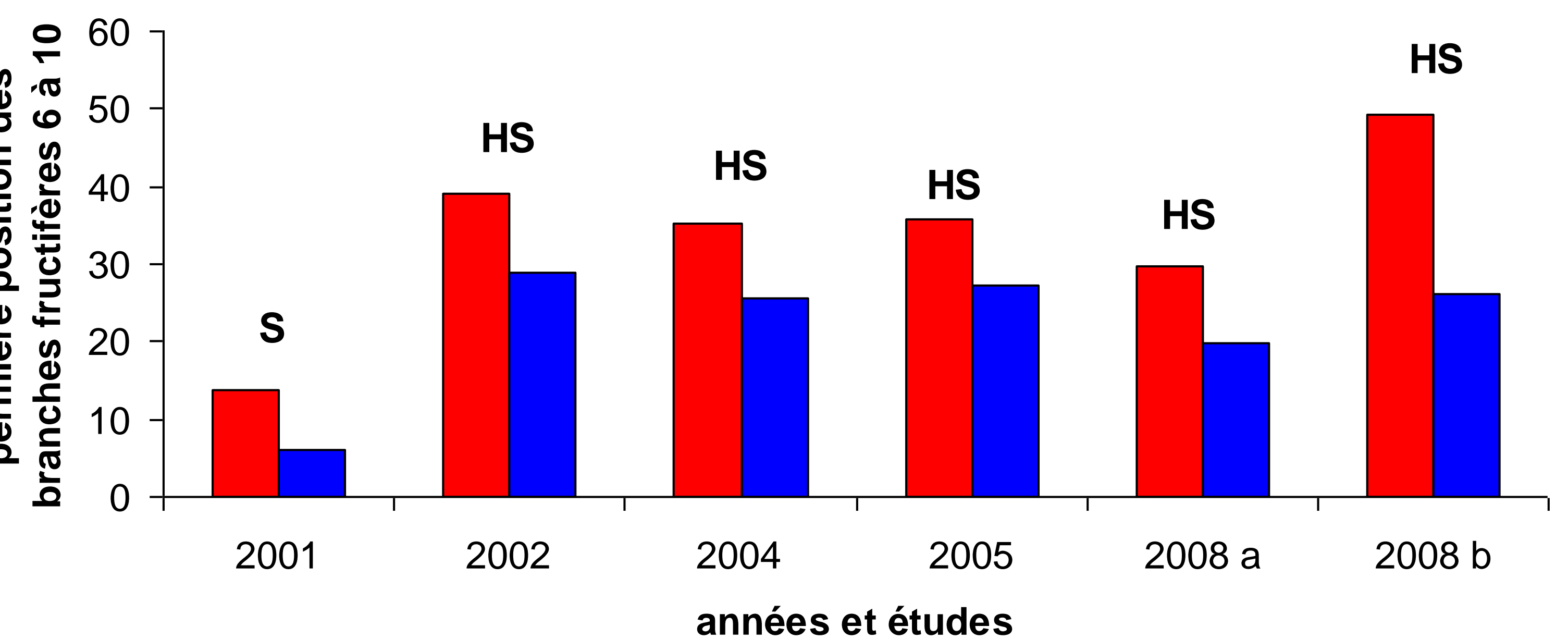
taux de rétention (en %) des
organes fructifères en
première position des 5
premières branches
fructifères



■ 8,3 plants/m² ■ 16,7 plants/m²

NS = non significatif ; S = significatif à 5 % ; HS significatif à 1 %

taux de rétention (en %) des
organes fructifères en
première position des
branches fructifères 6 à 10



■ 8,3 plants/m² ■ 16,7 plants/m²

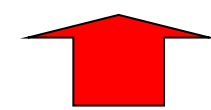
ces plus faibles taux de rétention des organes fructifères avec la plus forte densité de plantation ont été observés de manière significative dans toutes nos études pour les premières positions des 10 premières branches fructifères



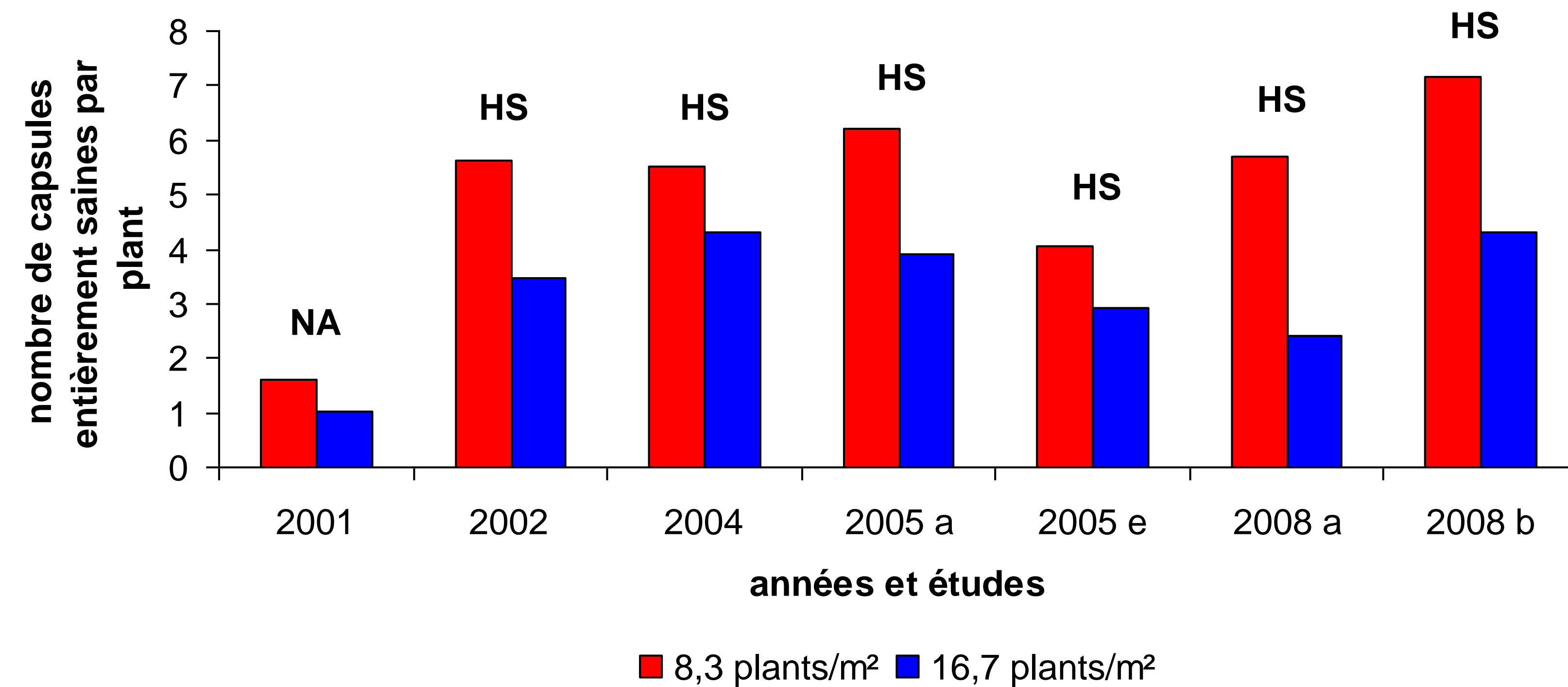
effets de l'augmentation de la densité de plantation sur la production par plant



ensemble des études
8,3 plants/m² = 5,12 **a**
16,7 plants/m² = 3,19 **b**
F = 26,36
significatif à 0,2 %



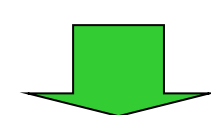
nombre de capsules
entièrement saines
par plant



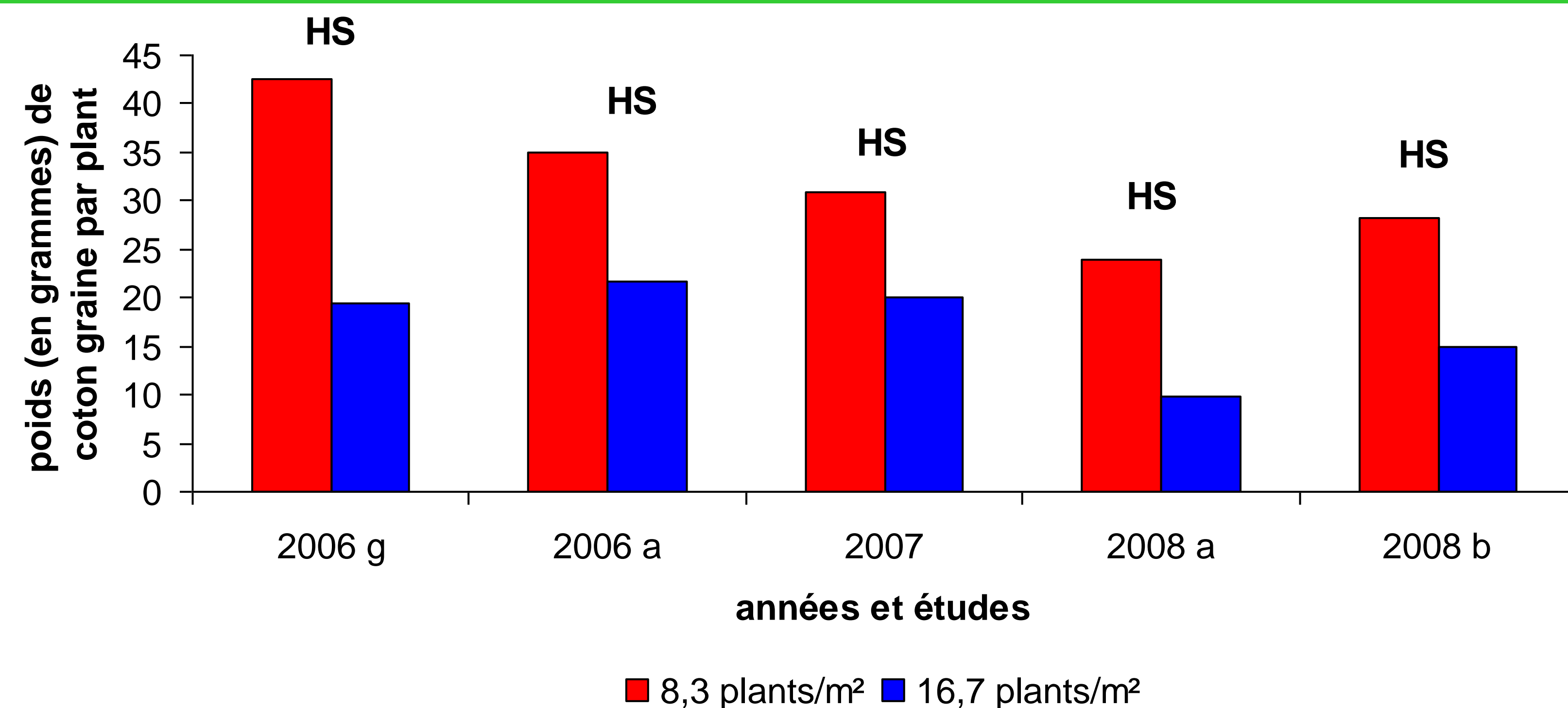
NA = non analysé; HS significatif à 1 %

conséquence des effets négatifs sur la production de sites fructifères par plant
et sur les taux de rétention des organes fructifères
lorsque la densité de plantation augmente les productions par plant diminuent
significativement en nombre de capsules entièrement saines et en poids de coton graine

poids de coton graine
par plant

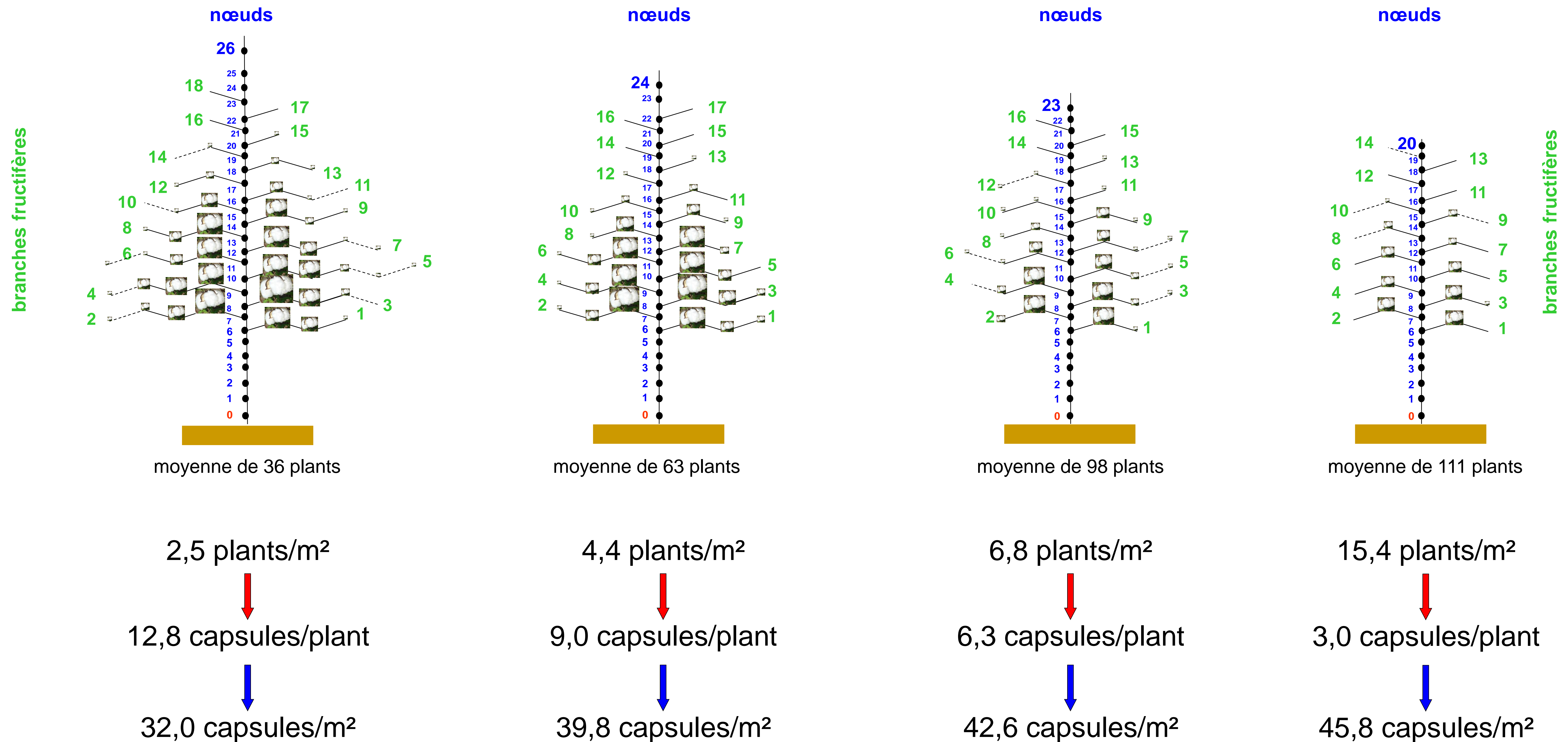


ensemble des études
8,3 plants/m² = 32,1 grammes **a**
16,7 plants/m² = 17,2 grammes **b**
F = 48,68
significatif à 0,3 %





localisation de la production de capsules entièrement et partiellement saines par plant en fonction de la densité de plantation



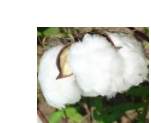
en l'absence de protection insecticide

----- fragment de branche ayant moins de 50 % de chance d'être formé

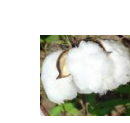
——— fragment de branche ayant plus de 50 % de chance d'être formé



80 % de présence à la récolte



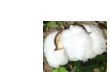
70 % de présence à la récolte



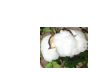
60 % de présence à la récolte



50 % de présence à la récolte



40 % de présence à la récolte



30 % de présence à la récolte



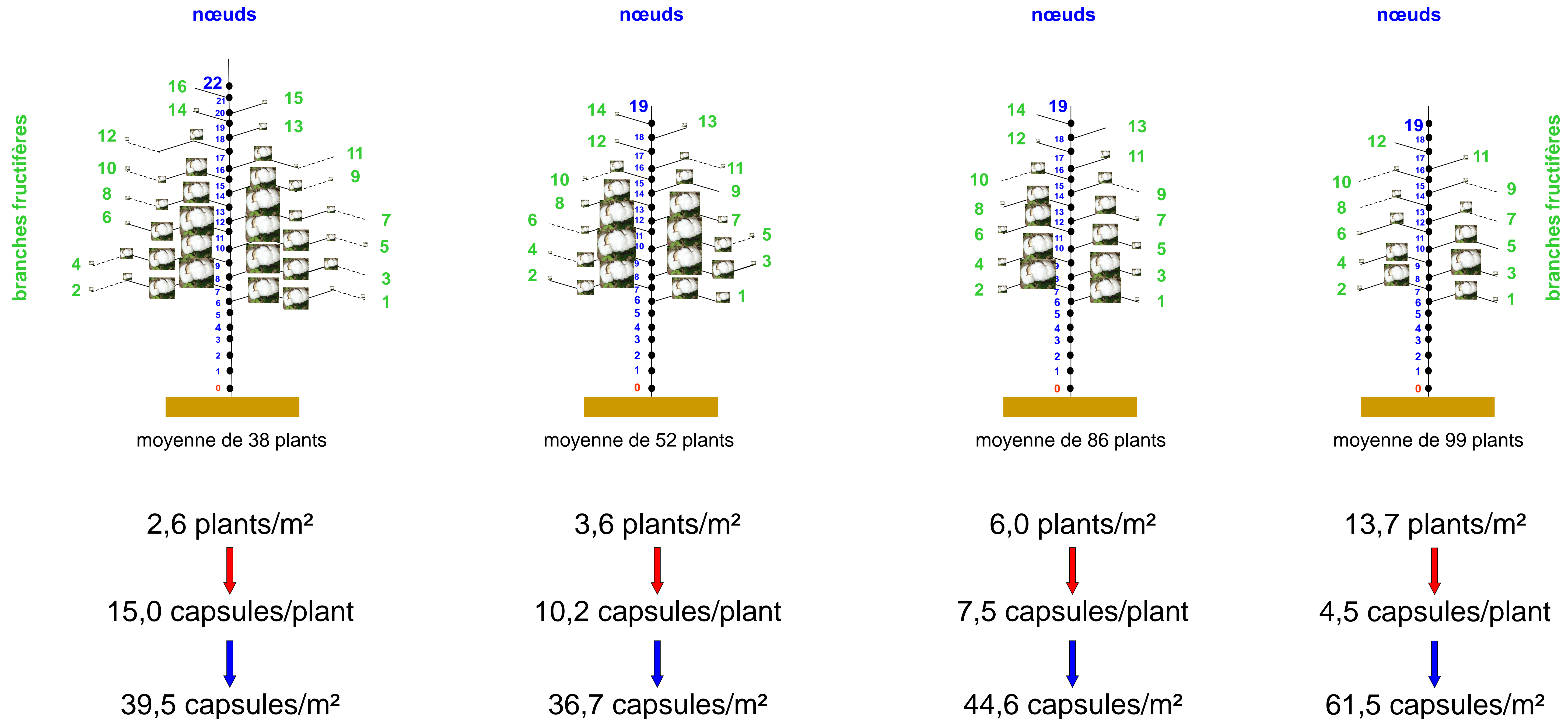
20 % de présence à la récolte



10 % de présence à la récolte



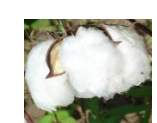
localisation de la production de capsules entièrement et partiellement saines par plant en fonction de la densité de plantation



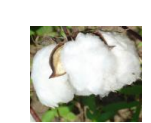
protection insecticide maximale

----- fragment de branche ayant moins de 50 % de chance d'être formé

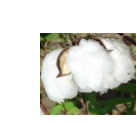
——— fragment de branche ayant plus de 50 % de chance d'être formé



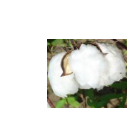
80 % de présence à la récolte



70 % de présence à la récolte



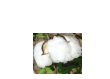
60 % de présence à la récolte



50 % de présence à la récolte



40 % de présence à la récolte



30 % de présence à la récolte



20 % de présence à la récolte

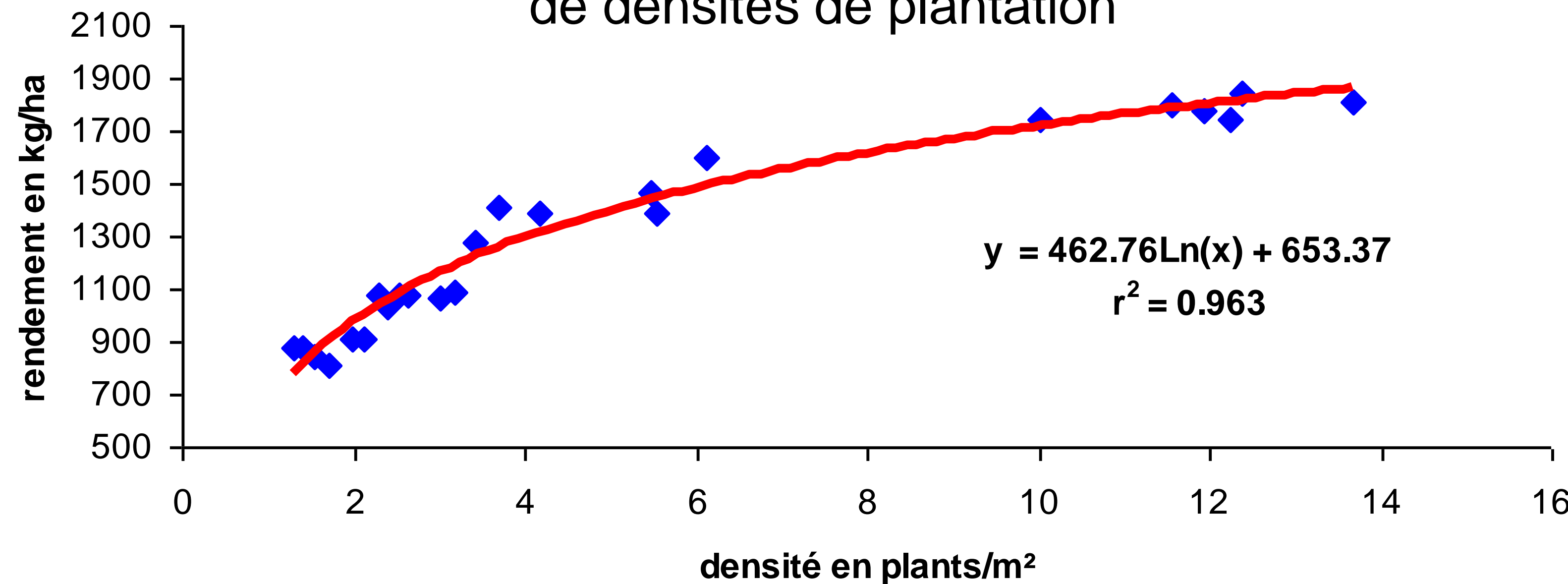


10 % de présence à la récolte

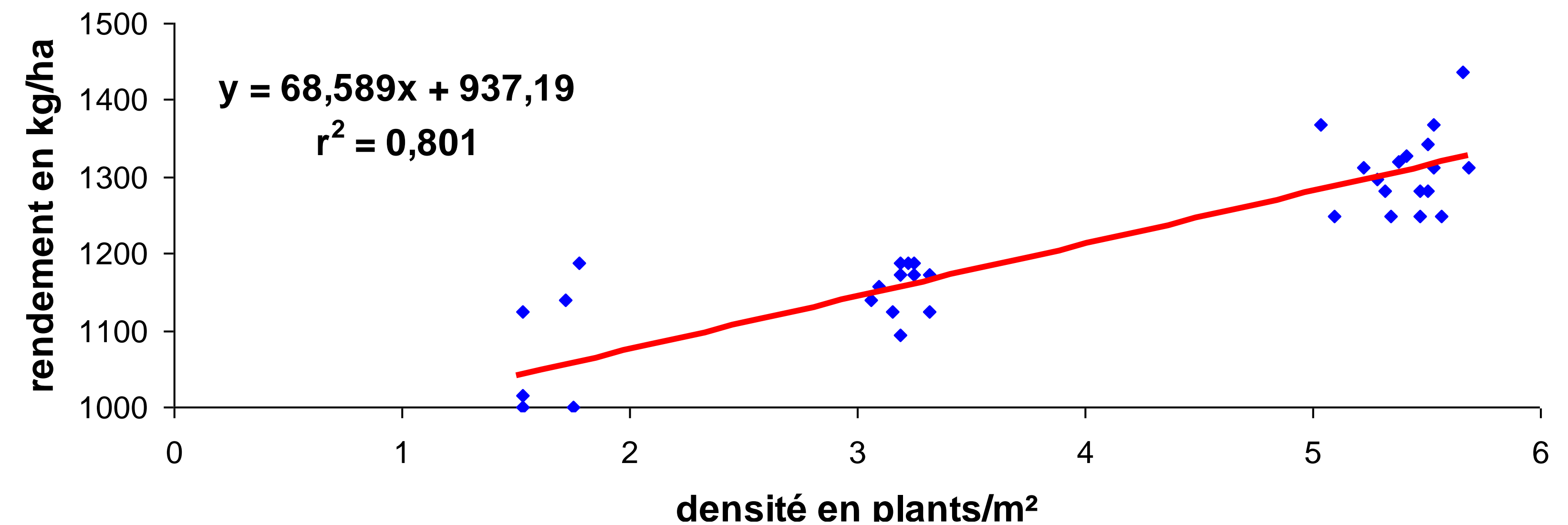


effets de l'augmentation de la densité de plantation sur les rendements en coton graine

année 2006 : très grande gamme
de densités de plantation



année 2008 : faible gamme
de densités de plantation



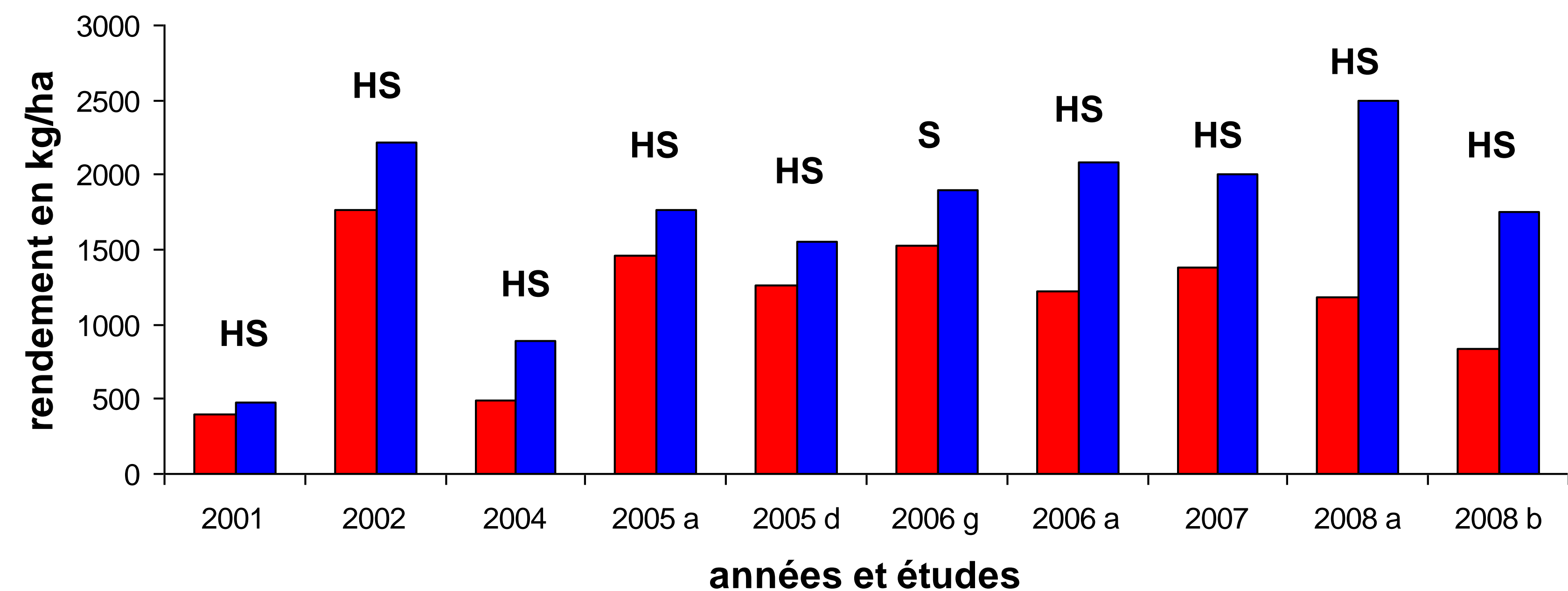
ensemble des études

1 710 kg/ha avec 16,7 plants/m²

1 150 kg/ha avec 8,3 plants/m²

HS (significatif à 0,1 %)

S = significatif à 5 % ; HS significatif à 1 %



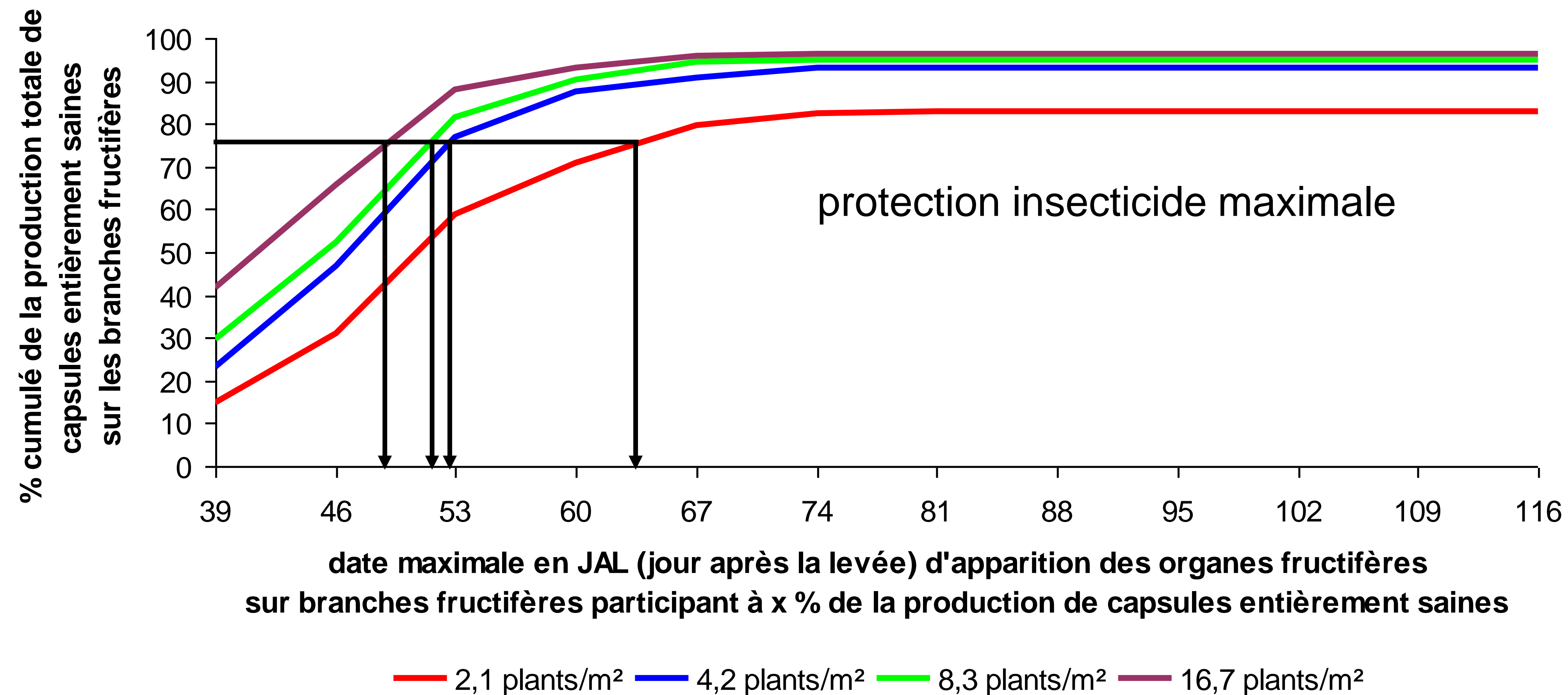
compte tenu des pratiques actuelles des producteurs dans ce domaine
même si les caractéristiques à l'échelle des plants lui sont défavorables, tant que l'achat des semences
restera abordable, l'augmentation de la densité de plantation est le facteur culturel le moins coûteux
pour augmenter la productivité des cultures cotonnières au Mali
(selon les équations données : gain potentiel de 206 à 508 kg/ha par le respect des recommandations)



effets de l'augmentation de la densité de plantation sur la précocité d'élaboration de la production (1)

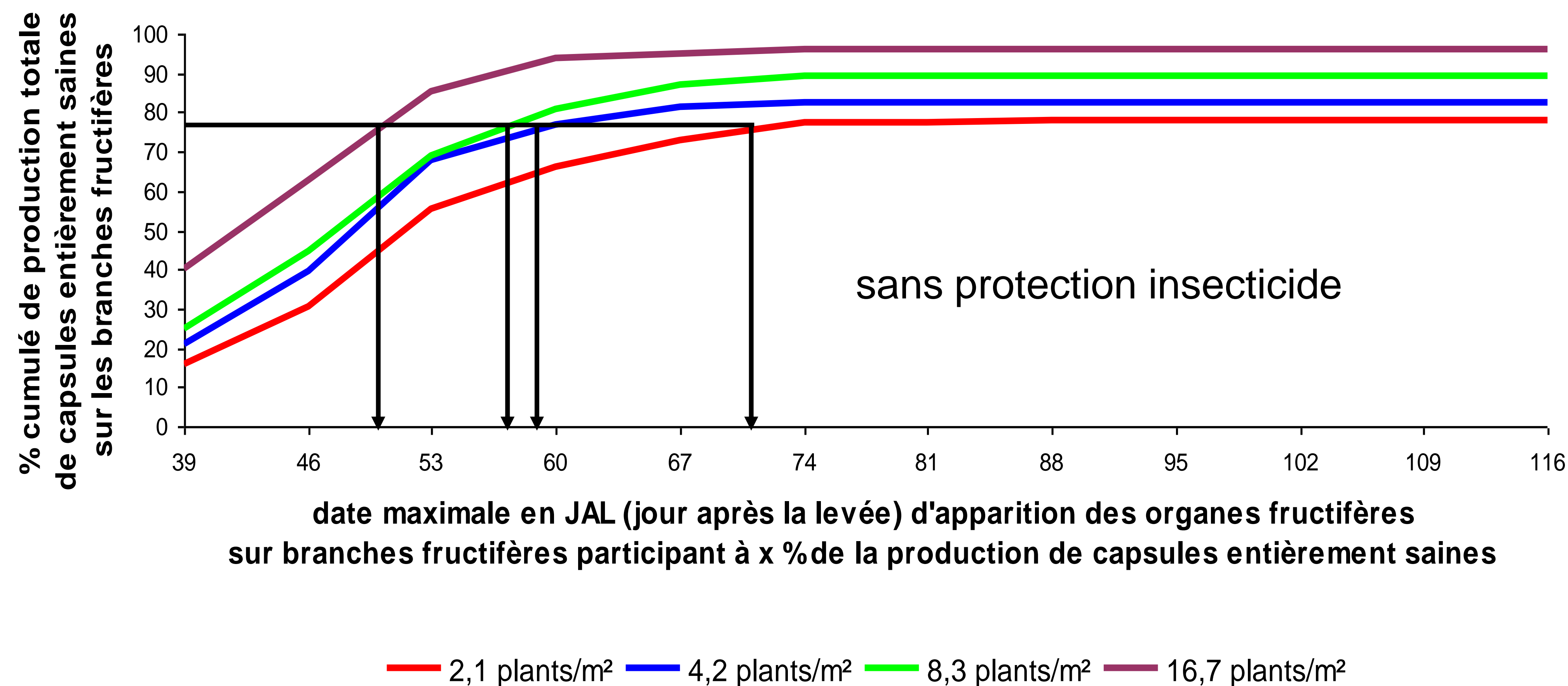
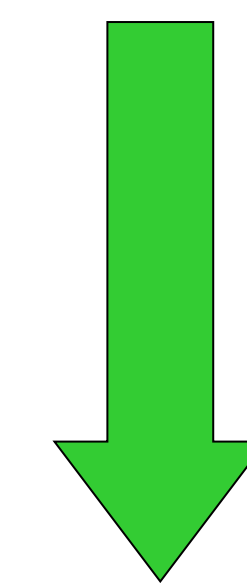


élaboration de la production de capsules entièrement saines
sur les branches fructifères



plus la densité de plantation
augmente plus précoce est
l'élaboration de la production

entre les densités extrêmes
une différence de 14 à 20 jours
est observée
selon le niveau de protection



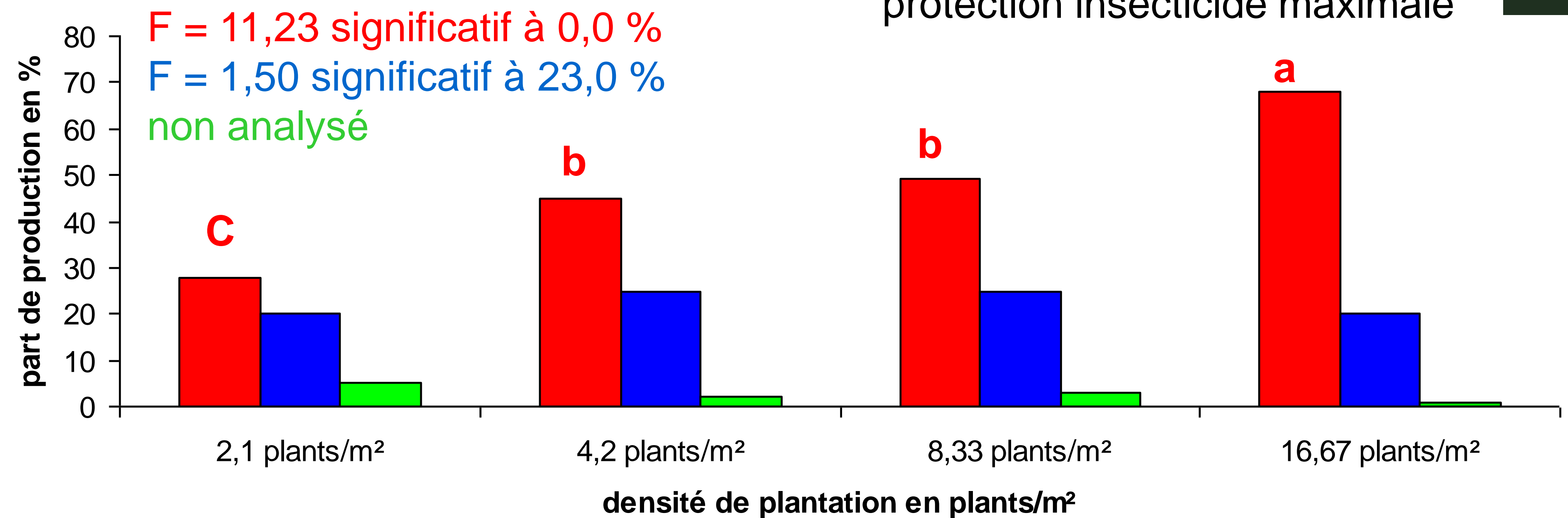
la protection insecticide peut
s'arrêter plus tôt lorsque la densité
de plantation augmente



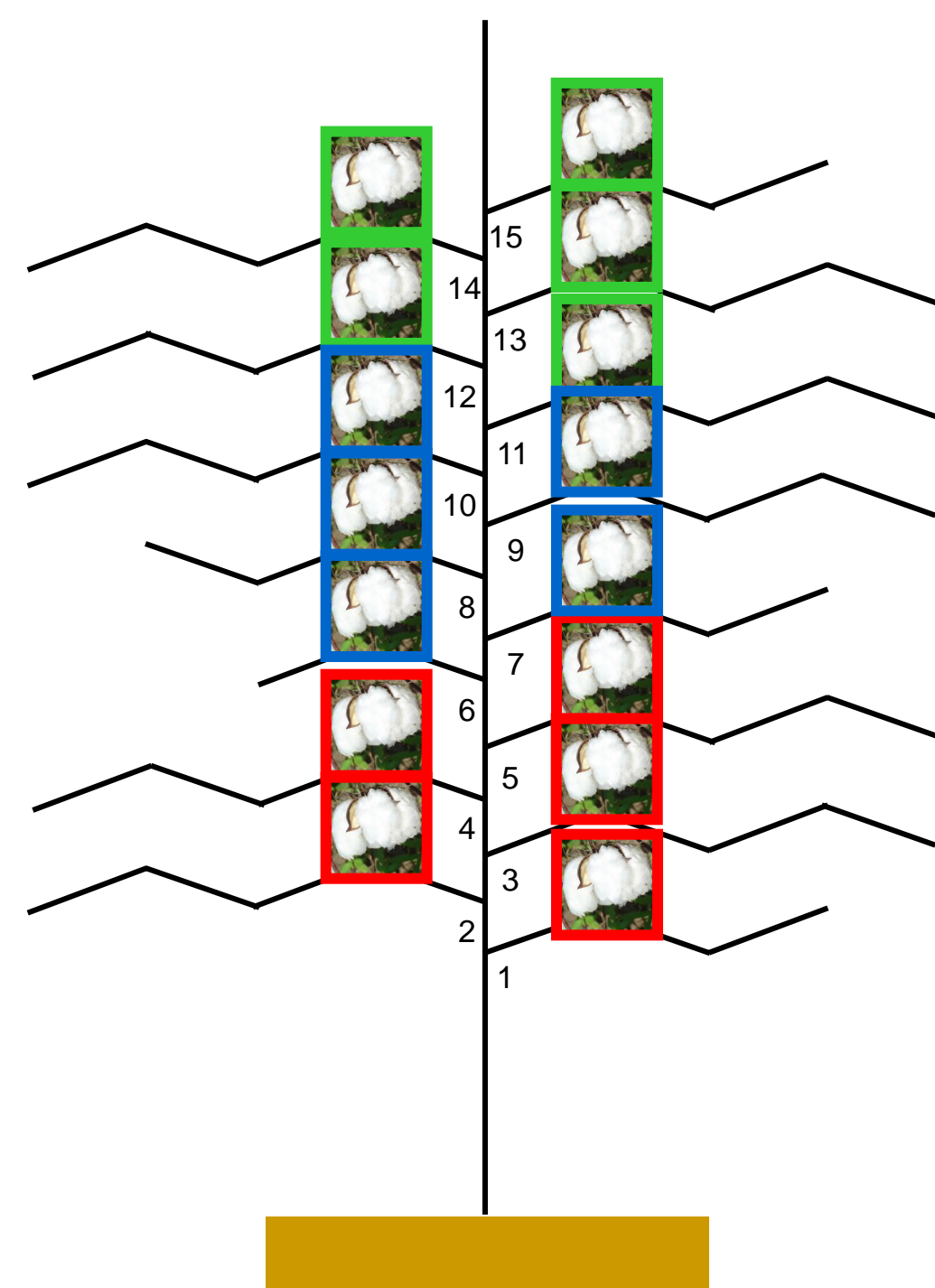
effets de l'augmentation de la densité de plantation sur la précocité d'élaboration de la production (2)



protection insecticide maximale



exemple de
cotonnier à la récolte

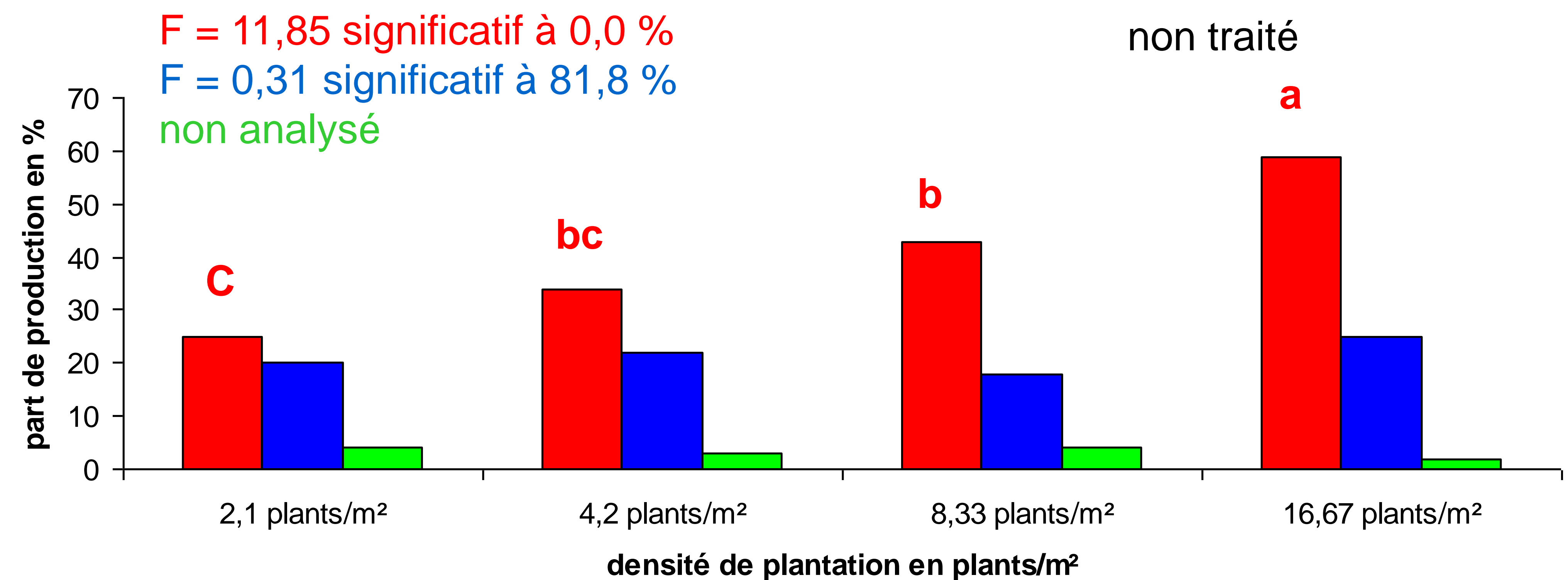


capsules en première position de
branche fructifère à la récolte

lorsque la densité de plantation augmente, les premières positions des 5 premières branches fructifères peuvent procurer jusqu'à 68 % de la production de coton graine

ces positions fructifères apparaissent au plus tard au 54^{ième} JAL et nécessitent une protection uniquement jusqu'au 95^{ième} JAL

non traité



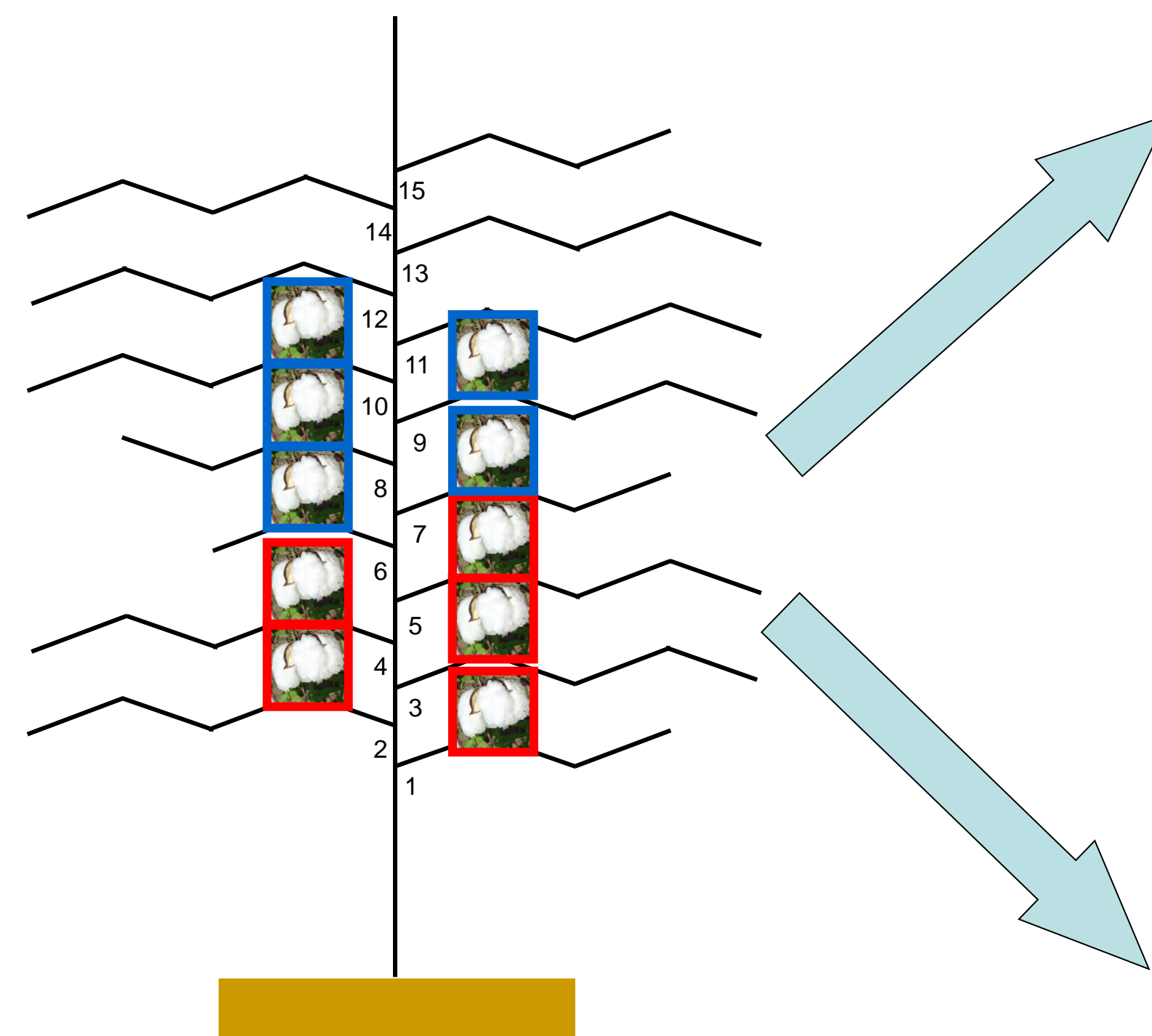
■ part de production issue des premières positions des 5 premières branches fructifères
 ■ part de production issue des premières positions des branches fructifères 6 à 10
 ■ part de production issue des premières positions des branches fructifères 11 à 15



effets de l'augmentation de la densité de plantation sur la précocité d'élaboration de la production (3)

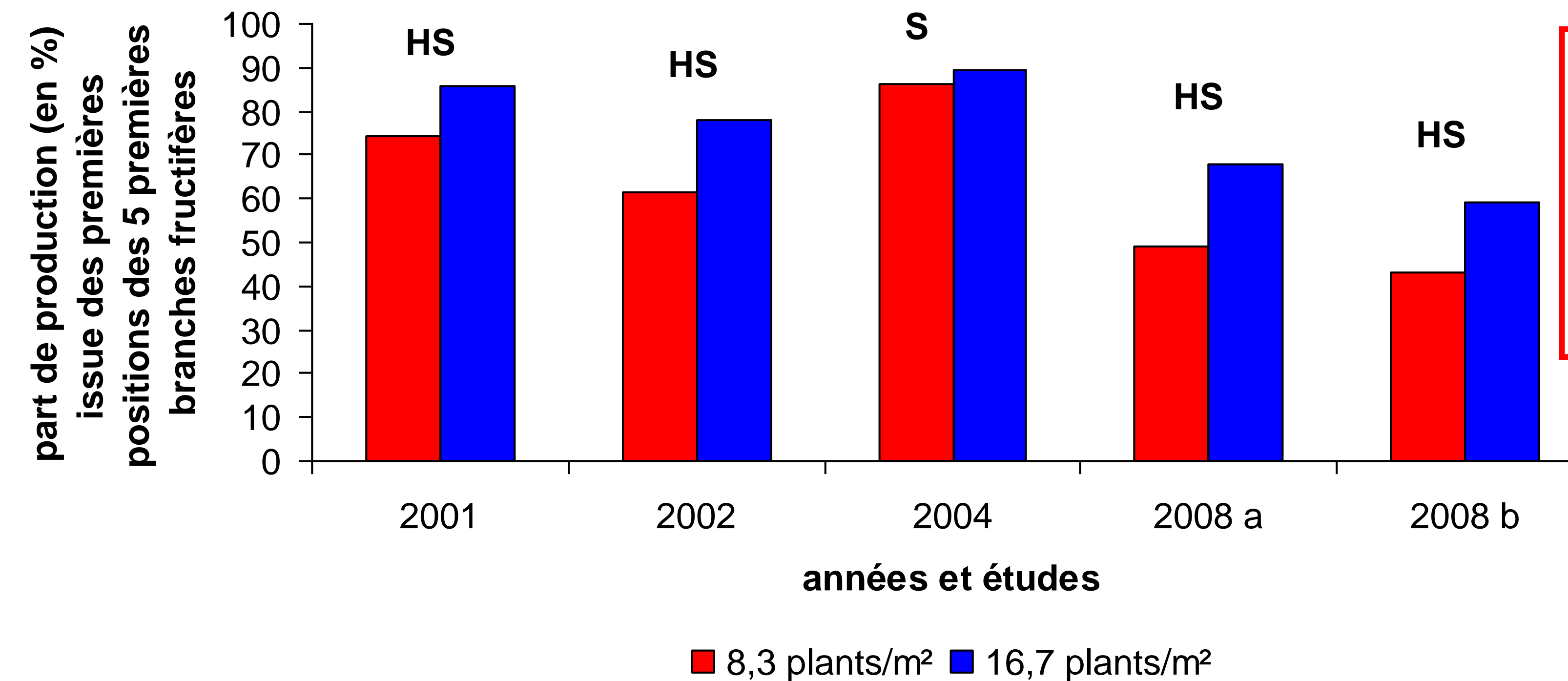


exemple de
cotonnier à la récolte



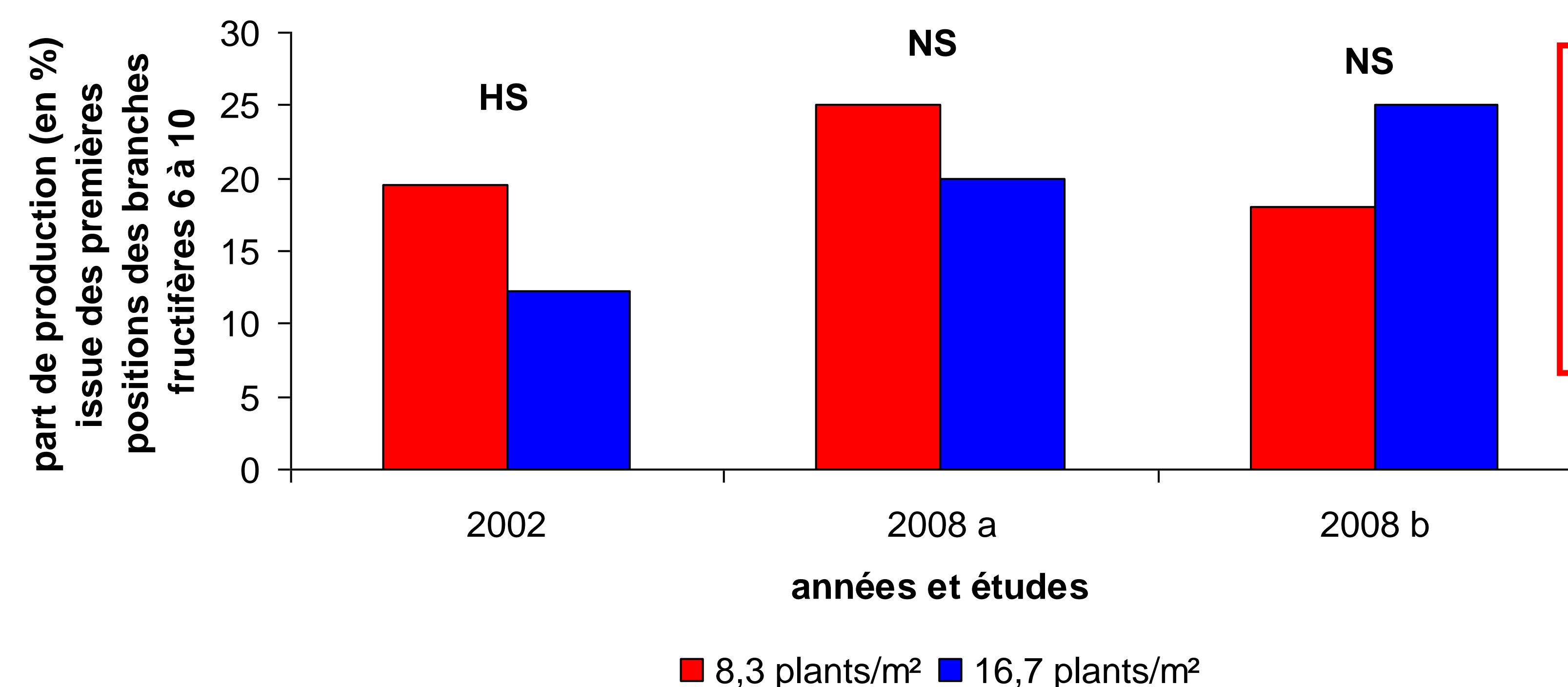
capsules en première position de
branche fructifère à la récolte

cette importance des premières positions
des 5 premières branches fructifères dans la
production pour la plus forte densité de
plantation est apparue significative dans
toutes nos études lorsque cette
caractéristique était observée



ensemble des études
8,3 plants/m² = 63,7 % **b**
16,7 pants/m² = 77,0 % **a**
F = 31,73
significatif à 0,6 %

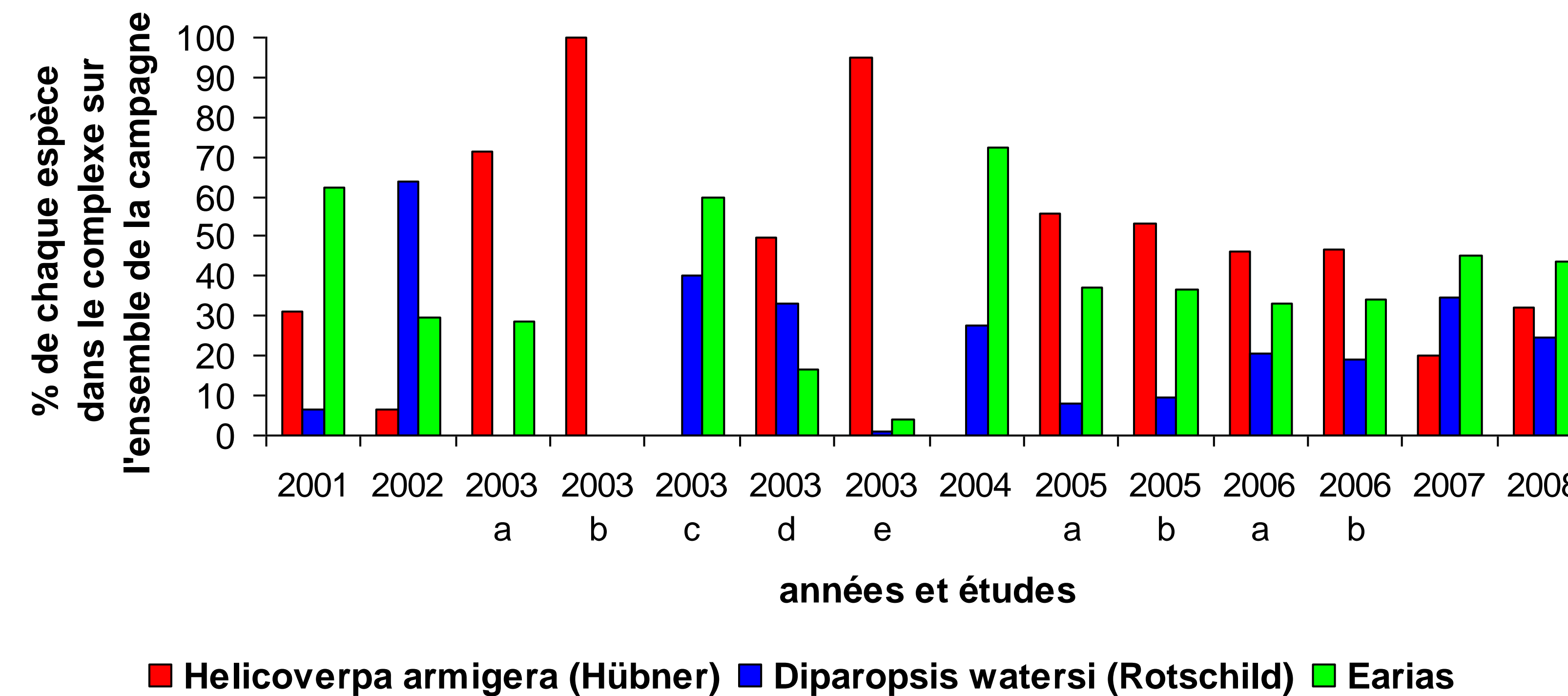
NS = non significatif ; S = significatif à 5 % ; HS significatif à 1 %



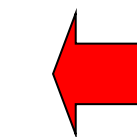
ensemble des études
8,3 plants/m² = 20,8 %
16,7 pants/m² = 18,8 %
F = 0,20
significatif à 69,4%



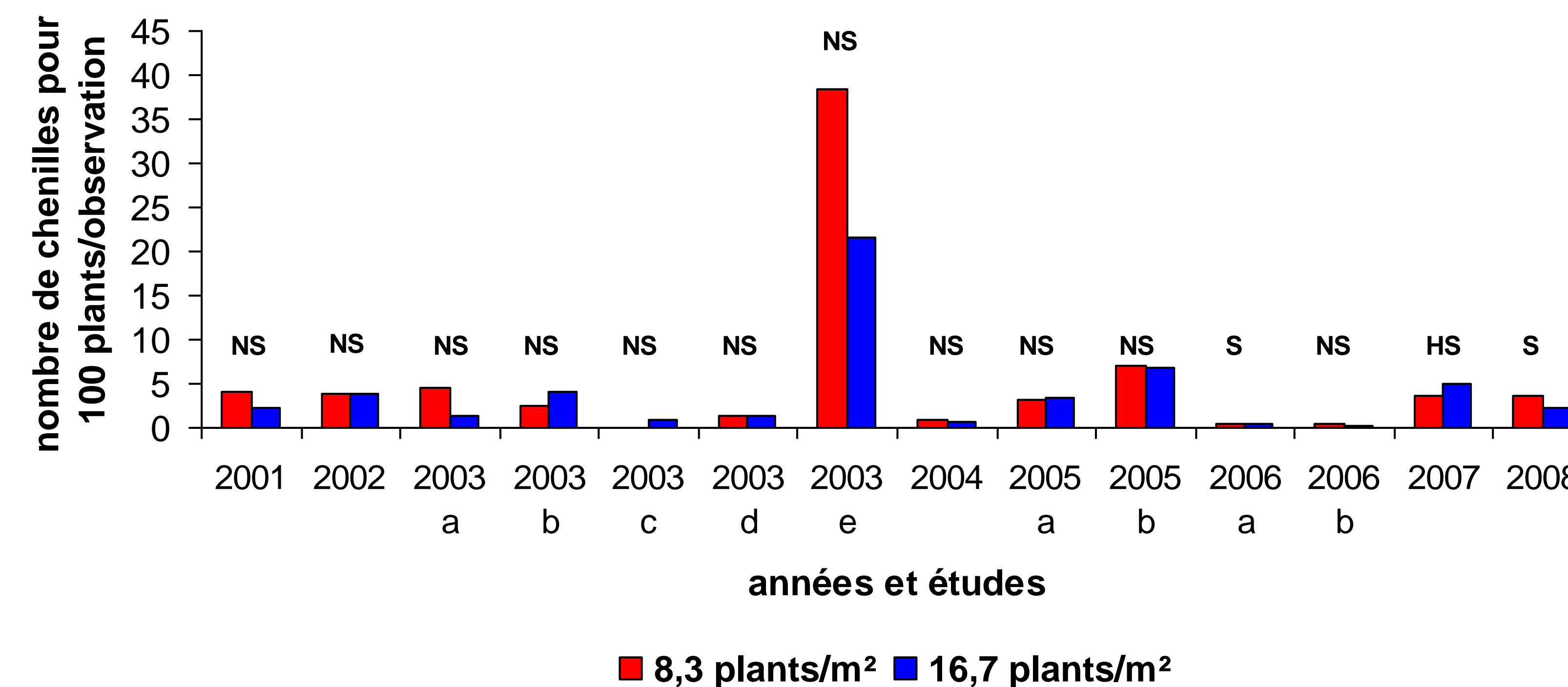
effets de l'augmentation de la densité de plantation sur les infestations de chenilles de la capsule (1)



pas d'effet de la densité de plantation
sur les infestations moyennes au cours
d'une campagne

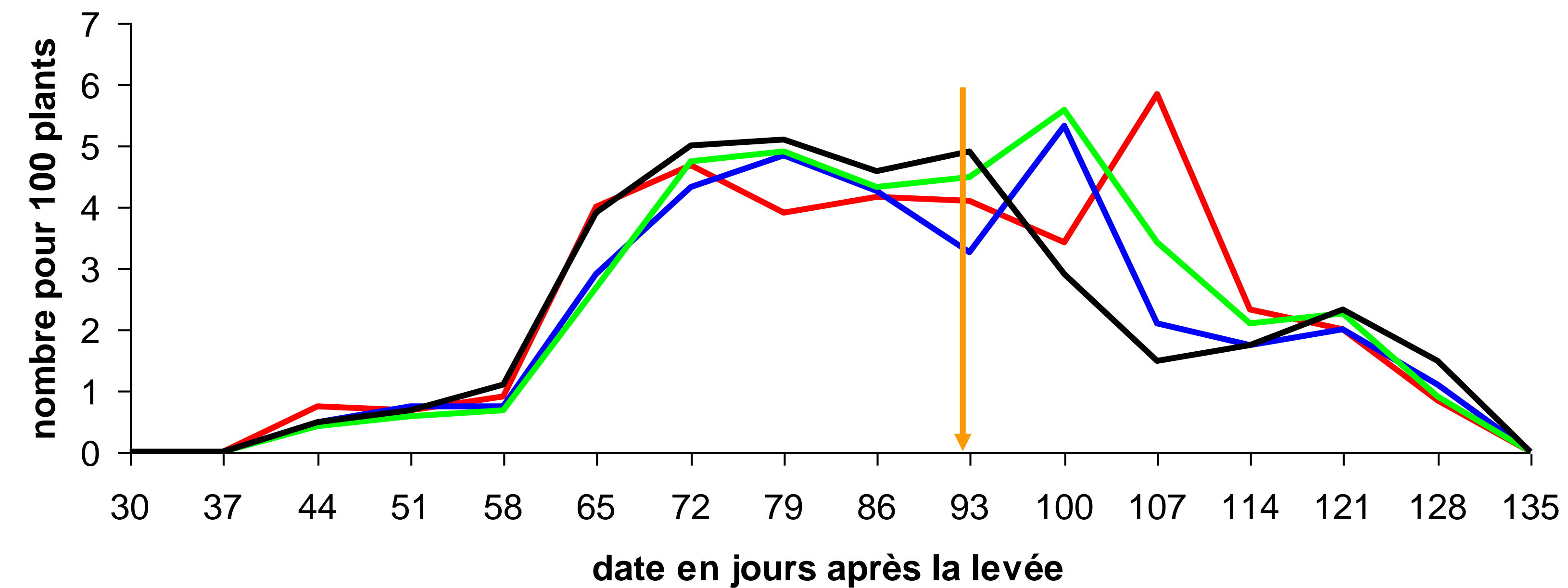
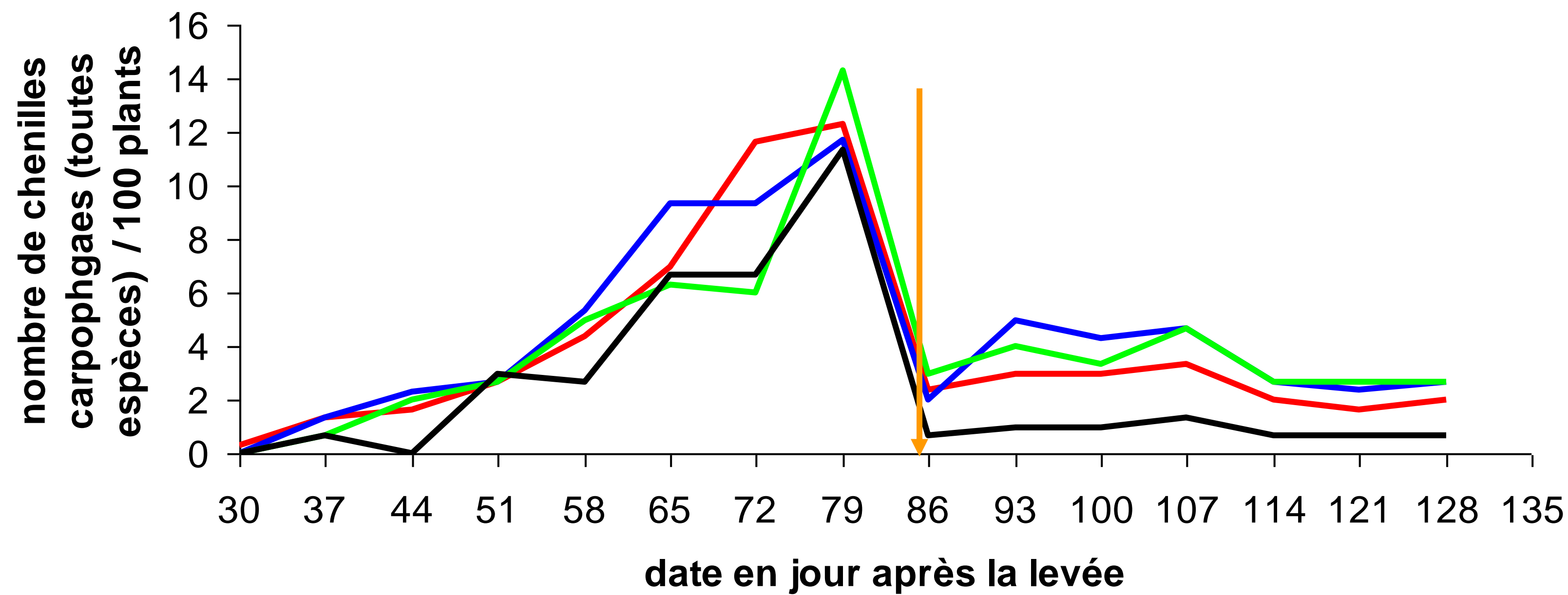


8,3 plants/m² : 2,81 chenilles/100 plants par observation
16,7 plants/m² : 2,47 chenilles/100 plants par observation
F = 0,79 significatif à 39,3 %

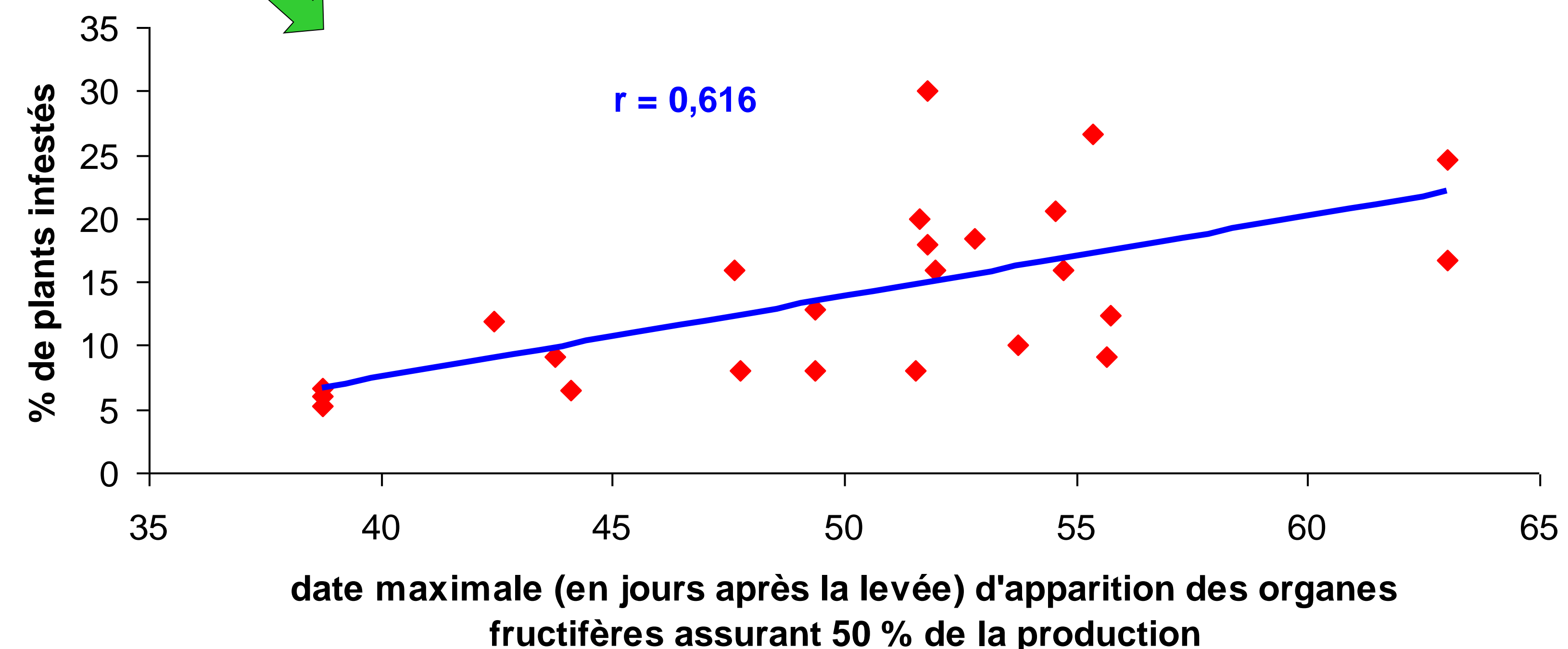
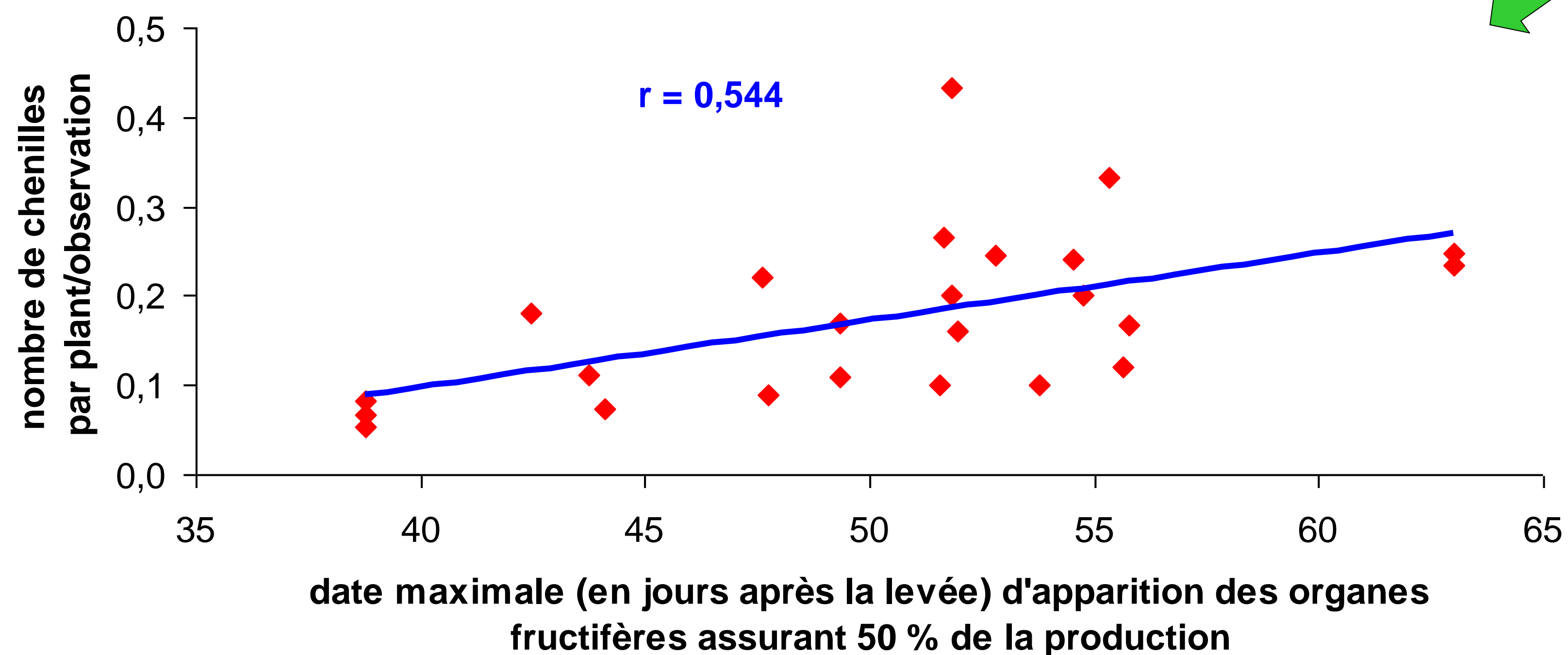




effets de l'augmentation de la densité de plantation sur les infestations de chenilles de la capsule (2)

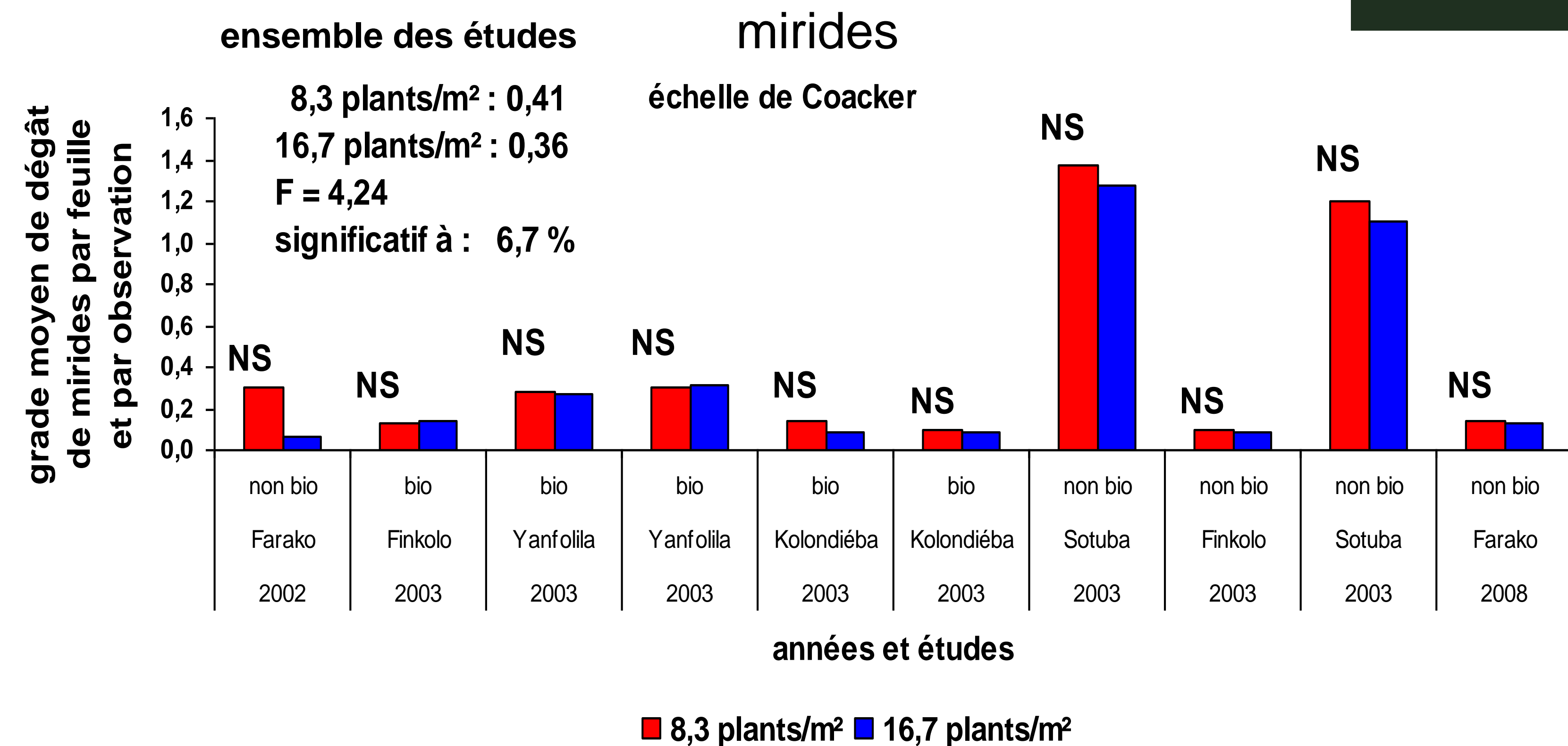
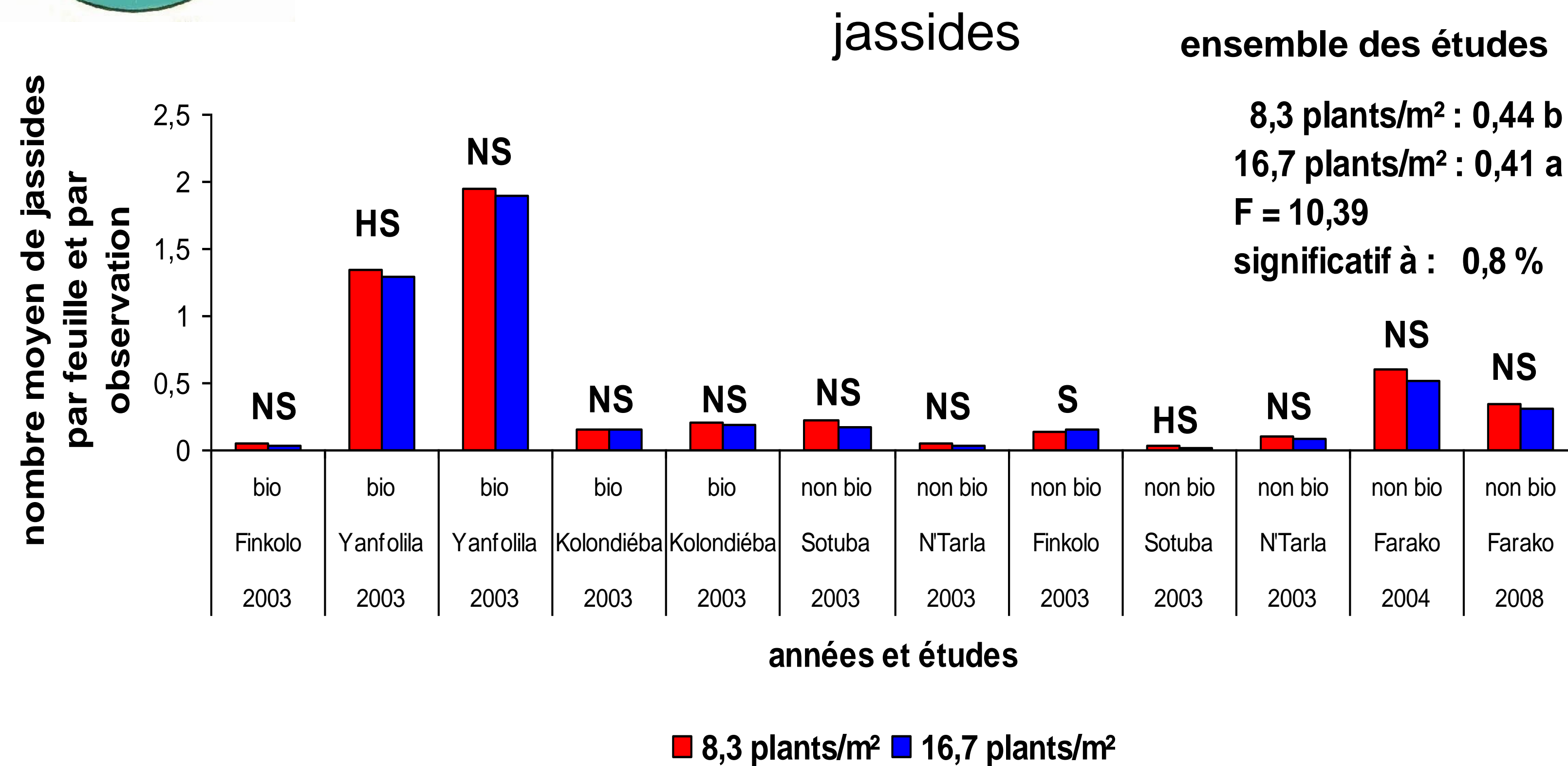


mais en fin de campagne les infestations sont souvent plus faibles lorsque la densité de plantation est très élevée
probablement en raison d'une élaboration plus précoce de la production rendant les cotonniers moins attractifs

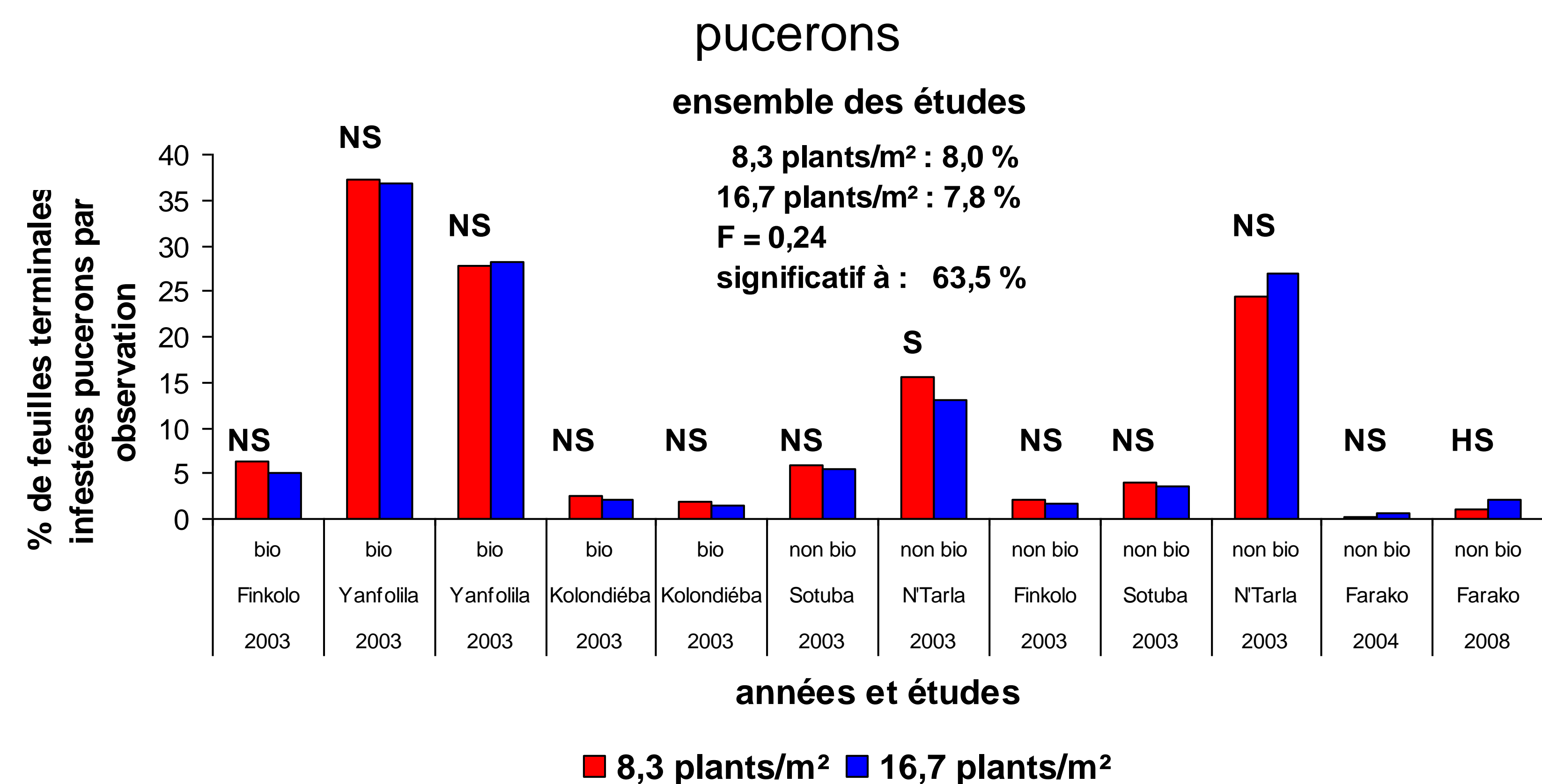
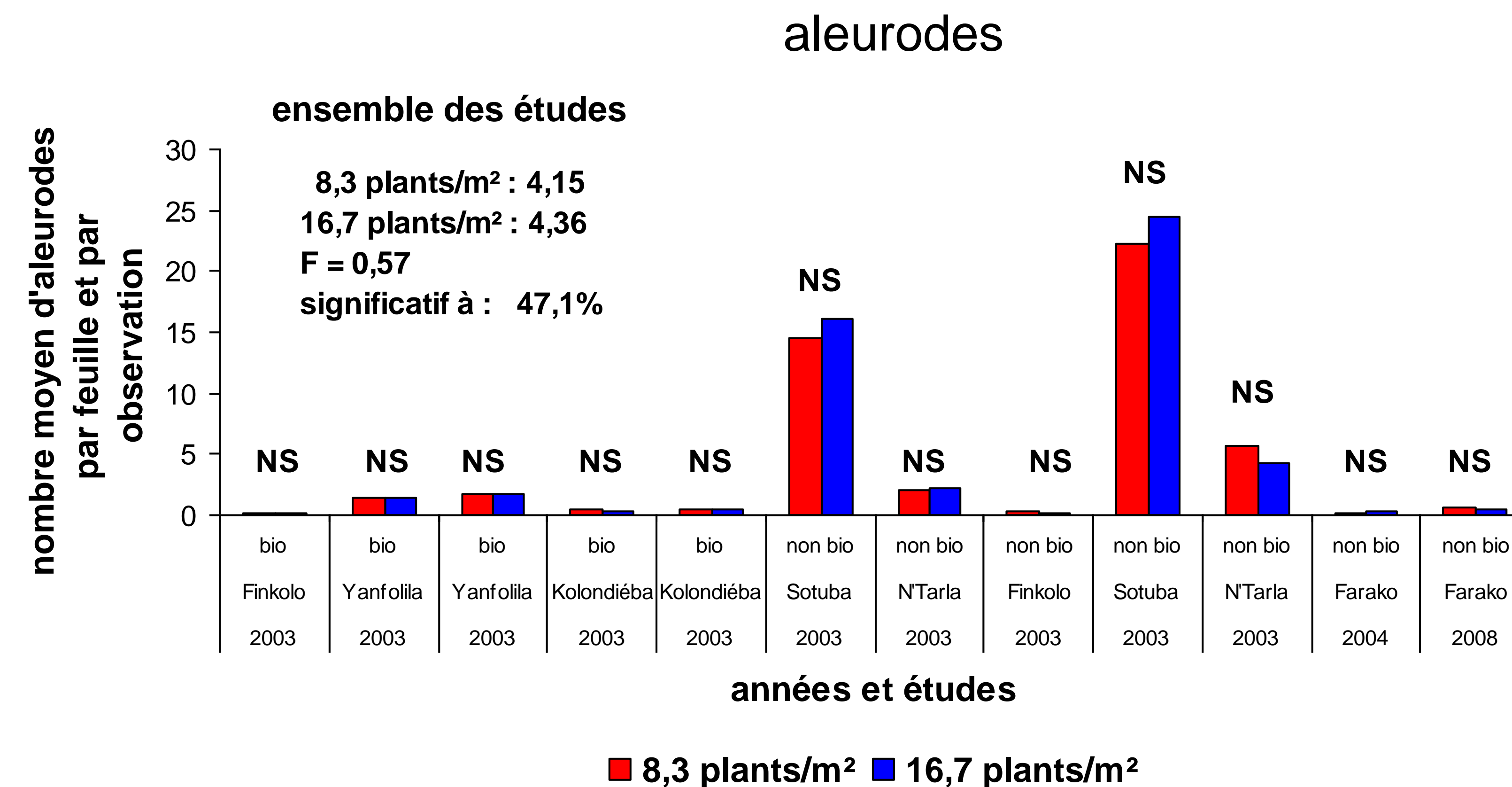


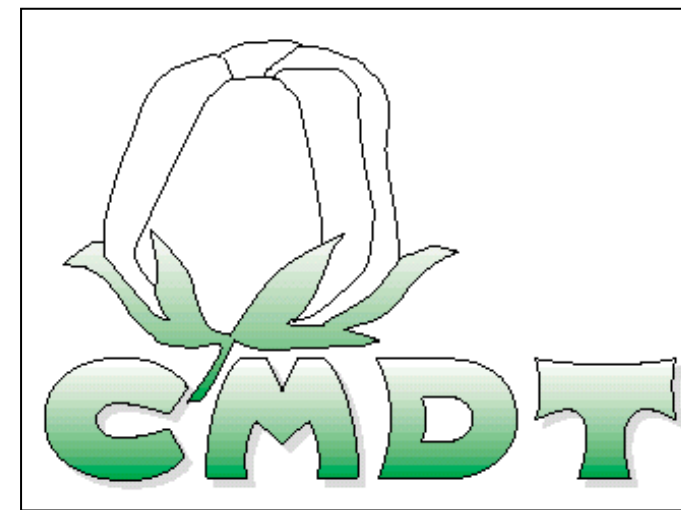


effets de l'augmentation de la densité de plantation sur les infestations de piqueurs suceurs



quelques effets positifs de l'augmentation de la densité de plantation sont notés sur les infestations de certains insectes piqueurs suceurs mais ils sont trop faibles pour avoir une incidence





CONCLUSIONS À PROPOS DES RÉSULTATS DE RECHERCHE SUR LES AUGMENTATIONS DE DENSITÉ DE PLANTATION

les recherches montrent que l'augmentation de la densité de plantation
a des conséquences négatives sur les développements végétatif et fructifère des cotonniers
qui sont largement compensées par la multiplication du nombre de plants par unité de surface
ainsi l'augmentation de la densité de plantation est le facteur le moins coûteux à mettre en œuvre
pour augmenter significativement la productivité de la culture cotonnière

sur le plan phytosanitaire le principal atout de l'augmentation de la densité de plantation
réside dans une élaboration plus précoce de la production qui permet
d'arrêter plus tôt les programmes de protection
d'éviter à la production d'affronter les fortes infestations de chenilles de la capsule en fin de campagne